

THÈSE

présentée
pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
DE NANCY

par

BERNARD MARAVAL

Sujet

“ Contribution à l'étude de la composition du lait de vache
pendant les premières semaines de la lactation ; aspects
particuliers de la teneur en Cendres, Calcium, Magnésium,
Potassium et Sodium ”.

Soutenue publiquement le 18 JANVIER 1975, devant la commission d'examen

JURY D'EXAMEN

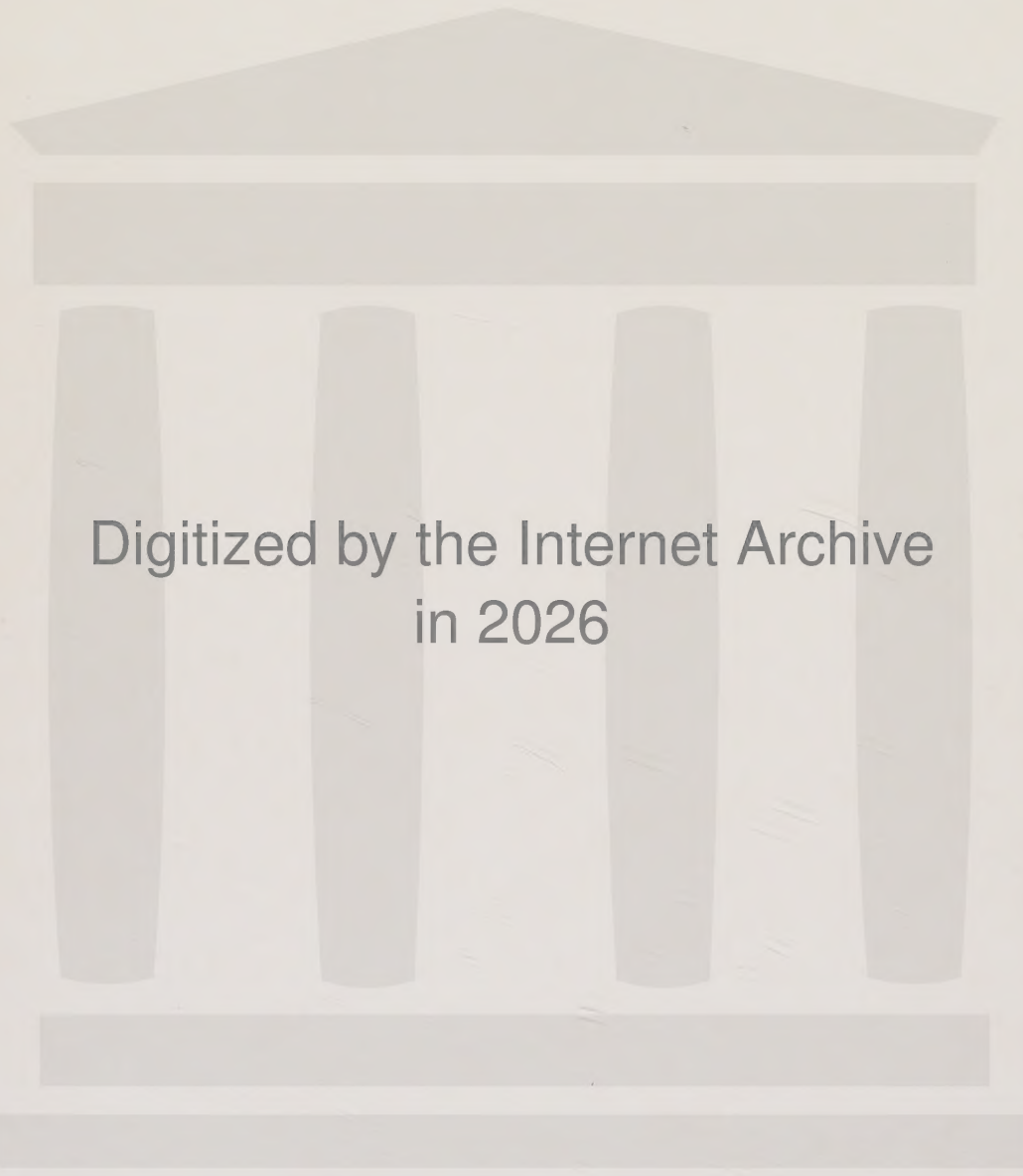
MM. A. VEILLET . . . Président

F. JACQUIN

F. WEBER

B. VIGNON

Examineurs



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555015_0010

THÈSE

présentée
pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
DE NANCY

par

BERNARD MARAVAL

Sujet

« Contribution à l'étude de la composition du lait de vache pendant les premières semaines de la lactation ; aspects particuliers de la teneur en Cendres, Calcium, Magnésium, Potassium et Sodium ».

Soutenue publiquement le 18 JANVIER 1975, devant la commission d'examen

JURY D'EXAMEN

MM. A. VEILLET ... Président

F. JACQUIN

F. WEBER

B. VIGNON

Examineurs



Monsieur le Professeur VEILLET a dirigé notre travail et nous a fait l'honneur de bien vouloir assurer la présidence du Jury, qu'il nous soit permis de l'assurer de notre profonde reconnaissance.

Messieurs les Professeurs JACQUIN et WEBER ont bien voulu accepter de juger notre travail, qu'ils trouvent ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

Monsieur B. VIGNON, responsable du Laboratoire de Zootechnie de l'E.N.S.A.I.A., nous a fait bénéficier de son soutien et de son encouragement constant, qu'il soit assuré de tous nos remerciements et de notre sincère amitié.

Tous nos remerciements vont aussi à nos collègues du Service de Chimie du Département de Biologie Appliquée de l'I.U.T. de Nancy et particulièrement à Monsieur G. LINDEN grâce à qui nous avons pu effectuer les dosages de minéraux.

Nous avons été très touché par l'accueil de M.M. BACHACOU, BADIA et MASSON, tous trois chercheurs dans l'équipe de Monsieur MILLIER Directeur du Service de Biométrie au Centre National de Recherches Forestières à Champenoux ; ils ont bien voulu nous initier au calcul statistique et effectuer l'analyse mathématique de nos résultats expérimentaux, qu'ils en soient vivement remerciés.

S O M M A I R E

I - I N T R O D U C T I O N	p. 1
2 - B I B L I O G R A P H I E	p. 2
2.1. - Composition "moyenne" des laits de vache	p. 2
2.2. - Variations de la composition du lait au cours des premières semaines de lactation	p. 18
3 - M A T E R I E L E T M E T H O D E S	p. 26
3.1. - Protocole	p. 26
3.2. - Les animaux	p. 26
3.3. - Méthodes de dosage des différents éléments	p. 29
4 - R E S U L T A T S E T D I S C U S S I O N	p. 39
4.1. - Quantités et macroéléments	p. 39
4.1.0. - Quantités de lait	p. 39
4.1.1. - Matières sèches	p. 42
4.1.2. - Matières grasses	p. 44
4.1.3. - Matières azotées	p. 45
4.1.4. - Lactose	p. 48
4.2. - Minéraux	p. 49
4.2.0. - Cendres totales	p. 49
4.2.1. - Calcium	p. 55
4.2.2. - Magnésium	p. 63
4.2.3. - Potassium	p. 71
4.2.4. - Sodium	p. 81
5 - C O N C L U S I O N	p. 90

1 - INTRODUCTION

En production laitière l'intensification s'accompagne souvent d'un abaissement de la longévité des vaches, donc d'un pourcentage important de primipares dans les troupeaux (47 p.100 sur des troupeaux produisant 7.500 kg par vache et par an d'après COLEOU, 11 ;).

Si la composition du lait des vaches primipares est différente de celle du lait des vaches ayant déjà fait plus d'une lactation, la composition des laits de mélange risque donc d'être modifiée lorsque la productivité croît.

Parmi les composants du lait, nous nous sommes intéressés plus spécialement aux cendres et plus particulièrement à 4 cations, à savoir : calcium, magnésium, potassium et sodium. *

Nous avons étudié, pendant les 6 premières semaines de la lactation, le lait produit par 16 animaux du troupeau laitier de la ferme de la Bouzule.

En plus des variations des teneurs en calcium, magnésium, potassium et sodium, nous avons mesuré les modifications de la composition en macroéléments afin de mieux définir les laits produits et d'étudier leurs liaisons avec les 4 cations.

* Le travail que nous présentons ici fait suite au mémoire de D.E.S. que nous avons présenté en 1973 à l'Université de Nancy I.

2 - BIBLIOGRAPHIE

2.1. - Composition moyenne des laits de vache

Synthétisé au niveau de la mamelle, le lait est élaboré à partir des nutriments véhiculés par le sang. Le prélèvement de ces éléments dans la voie sanguine est variable et leur concentration dans le lait n'est pas proportionnelle à la concentration dans le sang (tableau 1).

Cette synthèse aboutit à un lait dont la matière sèche est composée de triglycérides, de lactose, de protéines et de sels minéraux. Le lait contient par ailleurs d'autres éléments en quantité plus faible : les vitamines, les enzymes, certains gaz dissous et les différents composants de l'azote non protéique (tableau 2).

Chez les différentes espèces de mammifères on retrouve les mêmes constituants du lait mais l'analyse quantitative de ces composants présente des variations importantes (tableau 3).

La composition moyenne du lait de vaches a été étudiée par de nombreux auteurs. Les proportions des différents groupes de constituants que l'on y retrouve évoluent en fonction de facteurs de lactation et les caractères individuels des animaux.

Tableau 1 - Composition du lait et du plasma sanguin bovins
d'après ALAIS (2).

	en g/ litre	
	Lait	Plasma sanguin
Matière grasse	35	3
Lactose	49	0
Caséine	27	0
α lactalbumine }	4	0
β lactoglobuline }		
Albumine }	1,5	75
Globuline }		
Acide citrique	2	0
Chlorures	1,6	6
Phosphates (en P ₂ O ₅)	2,5	0,3

Tableau 2 - Principaux constituants du lait de vache.
D'après LING, KON et PORTER (32).

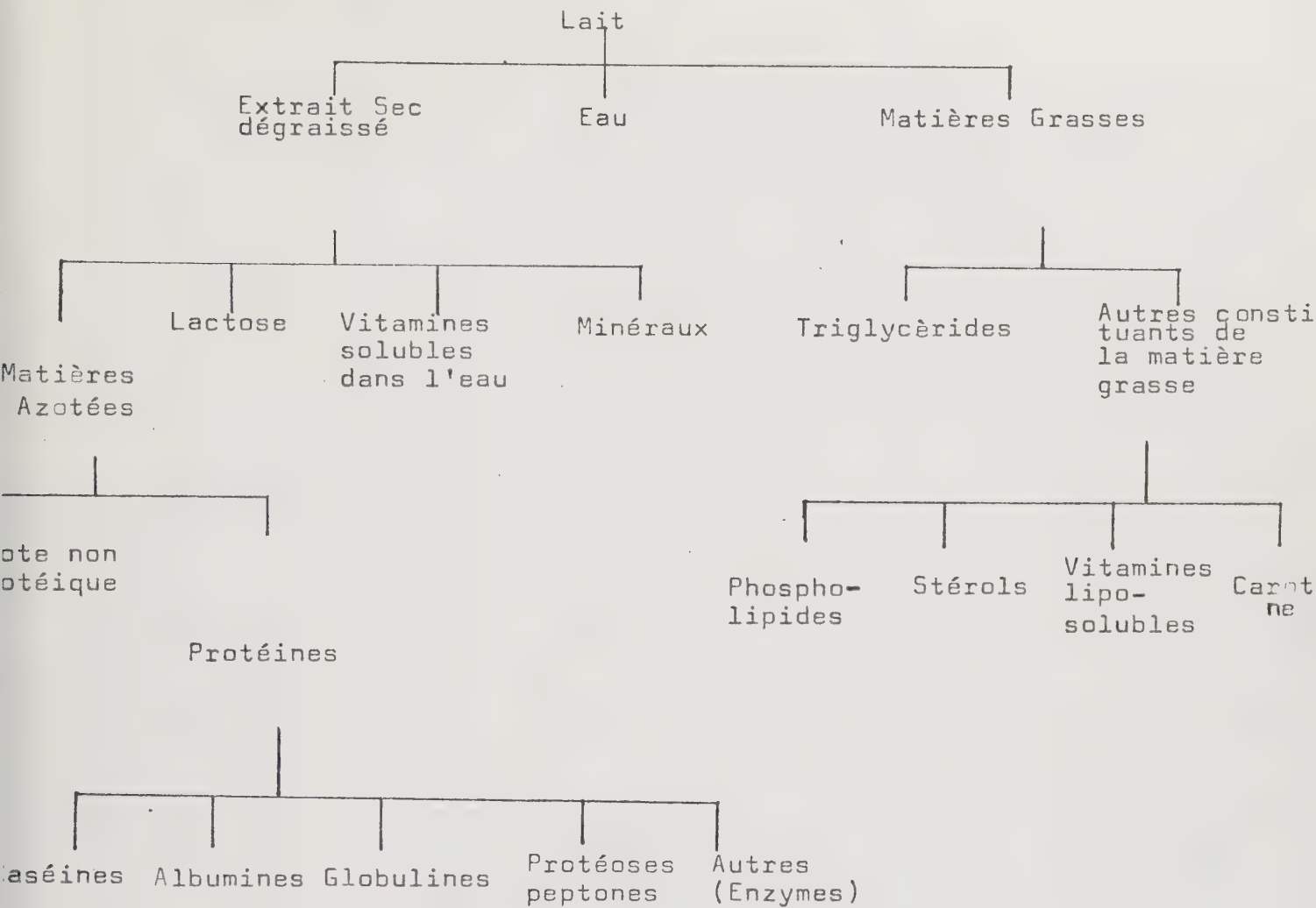


Tableau 3 - Composition moyenne du lait de différentes espèces
(en g par litre)

	MS	MG	Lactose	Matières Azotées	Minéraux	
Lait Humain	95	33	67 - 70	15 - 18	3	(1)
	117	35	65	14	2,5	(2)
	130	-	-	-	2-4	(3)
	124	38	70	12	2	(4)
Jument	75	10	65	17	3,5-4	(1)
	100	15	59	22	4	(2)
	100	-	-	-	4	(3)
	101	16	60	22	3	(5)
Truie	150	60 - 65	55	55 - 60	12,5	(1)
	183	60	54	60	9	(2)
	200	-	-	-	9,4	(3)
	201	85	48	58	10	(5)
Lapine	293	120	18	135	20	(2)
	310	-	-	-	20	(3)
Chèvre	100	40	45 - 48	37 - 39	9-10	(1)
	138	43	47	40	8	(2)
	132	-	-	-	8	(3)
	132	45	44	33	10	(5)
Brebis	140	60 - 65	43 - 45	53 - 60	11-12	(1)
	191	75	45	60	11	(2)
	184	-	-	-	8,7	(3)
	184	75	44	56	9	(5)
Vache	100	35 - 40	47 - 52	30 - 34	9-9,5	(1)
	125	35	47	35	8	(2)
	127	-	-	-	7,2	(3)
	127	37	47	34	7,0	(4)

(1) D'après ROCHAIX et TAPERNOUX (46)

(2) D'après ALAIS (2)

(3) D'après GUEGUEN (21)

(4) D'après MACY et KELLY (33)

(5) D'après REID (44)

2.1.1. - La matière sèche

La teneur en extrait sec du lait de vache est souvent de l'ordre de 120 à 127 g par litre. Il semble que cette teneur soit assez constante tout au long de la lactation, les différents composants de cette matière sèche s'équilibrant entre eux.

Cependant différents auteurs ont pu mettre en évidence l'influence de facteurs internes ou externes sur cette teneur en matière sèche.

Entre races ROOK (48) enregistre des variations de la teneur en matière sèche de 5 à 10 p.100 en comparant des Frisonnes, des Ayrshires, des Guerneseys.

Quand le nombre de lactations s'accroît, selon PARKIE et autres (38), la teneur en matière sèche diminue (12, 28 p.100 à la 1ère lactation et 11,85 p.100 à la 4ème).

Au cours de la lactation elle croît légèrement (ROOK et CAMPLING, 49) après la 35ème semaine et ce phénomène serait plus accentué chez les vaches adultes que chez les animaux en première lactation.

Entre les traites du matin et du soir STEFANOVIC (58) a montré que la teneur en M.S. du lait est plus élevée le soir que le matin.

La saison influerait également, SEMJAN et autres (56) sur 1000 échantillons enregistrent les résultats suivants :

	Saison de pâturage		Saison de stabulation	
	début	fin	début	fin
p/100 de M.S. et écarts types	12,95 $\pm$ 0,06	12,92 $\pm$ 0,07	12,61 $\pm$ 0,06	12,32 $\pm$ 0,06

2.1.2. - Les matières grasses

Les corps gras du lait se présentent sous forme de globules d'un diamètre inférieur à $8\ \mu$ en émulsion instable.

La matière grasse du lait est constituée de triglycérides pour 98 p.100 de la fraction lipidique. Les phospholipides, les stérols et les vitamines liposolubles constituent le reste des lipides (tableau 4).

Tableau 4 - Composition de la fraction lipidique du lait selon MATTSSON (34).

Triglycérides	98-99 %	Vitamines liposolubles
Phospholipides	0,2- 1 %	-Vitamine A 7 à $8,5\ \mu\text{g/g}$ de graisse
Stérols	0,2-0,4%	-Caroténoïdes 8 à $10\ \mu\text{g/g}$ de graisse
Acides gras libres	traces	- Vitamine E 2 à $50\ \mu\text{g/g}$ de graisse
Cires	traces	- Vitamine D traces
Squalène	traces	- Vitamine K traces

Les triglycérides du lait proviennent pour leur plus grande partie des matières grasses des tissus de réserve et des acides gras volatils sanguins.

Ces matières grasses représentent l'un des constituants les plus importants sur le plan quantitatif, mais aussi le plus variable en proportion.

Le taux butyreux moyen d'un lait normal se situe entre 35 et 40 p.100.

Ce taux varie cependant de façon considérable. Il est extrêmement variable entre individus et races (AURIOL et JARRIGE, 6 ; ARMSTRONG, 5 ; GAUNT, 20 ; ROOK, 48 ; DAVIS et WOODWARD, 14).

D'un jour à l'autre selon JOURNET et JARRIGE (24) on note des différences de 8 p.100.

Le stade de lactation influe également de façon importante sur ce taux, très élevé en début de lactation, il s'abaisse au cours des 5 premières semaines (DECAEN, et POUTOUS, 17) ; il se stabilise ensuite puis il remonte assez nettement en fin de lactation. Pour ROOK et CAMPLING (48) et WAITE et autres (67) ce taux augmente d'environ 10 à 20 p.100 entre la 30ème et la 45ème semaine de production.

Ce taux butyreux varie également en fonction du numéro de lactation. Selon ROOK (48), WAITE (66), VANSCHOU BROEK (62), PARKIE et autres (38), STEFANOVIC et autres (58), WAITE et autres (66) il est plus élevé chez les vaches jeunes et baisse avec le nombre de lactations. Par contre CHALYAN (10) enregistre le taux butyreux le plus élevé en 2ème lactation (36,2 et 37,5 p.100) avec des vaches Frisonnes Holstein.

Quant à la quantité totale de matière grasse produite, selon DECAEN, JOURNET et POUTOUS (16) et LAURENT et VIGNON (29) elle augmente au cours des 2 premières semaines qui suivent la période colostrale, puis diminue après le 2ème mois régulièrement de 12 p.100 par mois. Cette quantité de matière grasse produite pendant les 2 premiers mois de lactation croît de façon importante entre la 1ère et la 2ème lactation (+ 54 p.100 au 5ème jour et + 24 p.100 au 60ème jour). Entre les 2ème, 3ème et 4ème lactations, les quantités de matière grasse continuent de croître mais beaucoup plus faiblement, alors que le numéro de lactation n'a qu'un effet peu marqué sur l'évolution du taux butyreux.

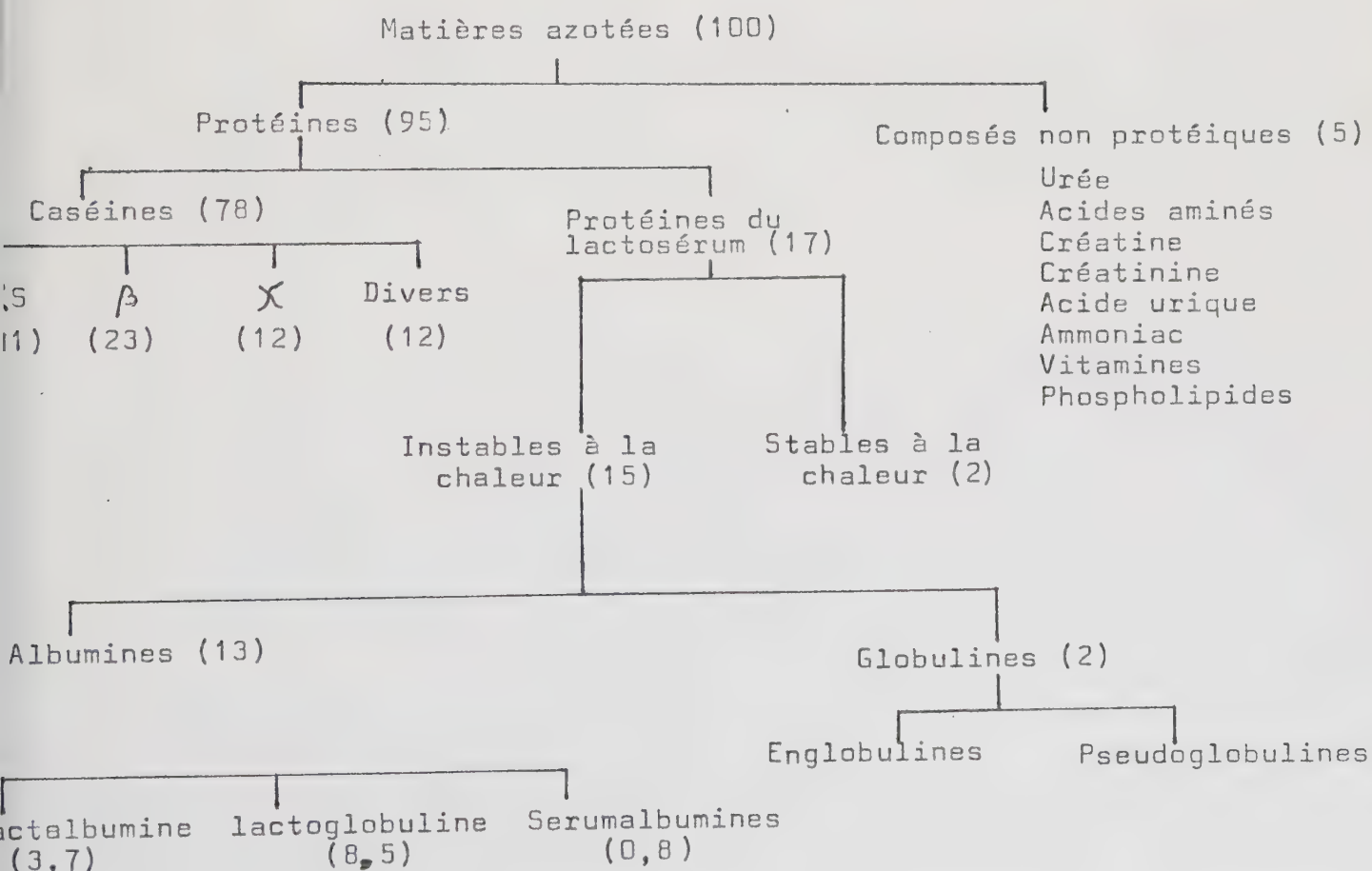
L'influence de la saison est moins facile à étudier car différents facteurs tels que le régime alimentaire, le stade de lactation, les facteurs climatiques interviennent simultanément. L'interprétation de nombreux résultats (ANAGAMA, 4 ; NIKERSON, 37 ; COMBERG et GRONING, 12 ; SPIKE et FREEMAN, 57 ; JARRIGE et JOURNET, 23) est donc assez difficile. Malgré tout il semble que pour nos climats la teneur en matière grasse soit maximale en fin d'automne début d'hiver et minimale au printemps.

2.1.3. - Les matières azotées

Les substances azotées forment la partie la plus complexe du lait. Les protéines du lait, riches en acides aminés, ont une excellente valeur biologique. De plus des fractions protéiques contiennent d'importantes quantités de calcium et de phosphore organiquement liés.

Les matières azotées du lait comportent d'une part des protéines (95 p.100) et d'autre part de l'azote non protéique (5 p.100). Les caséines et les protéines du lactosérum représentent les constituants les plus importants de l'azote protéique alors que l'azote non protéique est composé essentiellement d'urée, (VIGNON et LAURENT, 63) et de créatine, d'acide urique, de créatinine, d'ammoniac et d'acides aminés libres mais en très faible quantité (tableau 5).

Tableau 5 - Composition des matières azotées du lait.
Selon KIRCHGESSNER et autres 1967 (25).



La plupart des composés azotés du lait sont synthétisés au niveau de la glande mammaire. Selon VERMOREL (64) seuls les sérumalbumines et les immunoglobulines représentent les formes d'azote protéique qui passent directement du sang dans le lait. Certaines fractions du N.P.N. dont l'urée, passeraient aussi directement du sang au lait.

La courbe, représentant l'évolution de la richesse azotée du lait, suit presque parallèlement celle de la teneur en matières grasses.

D'après WAITE et autres (67) VANSCHOUBROEK (62) et ROOK (48), la teneur en azote du lait baisse de 25 p.100 pendant les 5 premières semaines de lactation. Selon VANSCHOUBROEK (62) et ROOK et CAMPLING (49) le taux d'azote du lait est minimum entre la 5ème et la 10ème semaine.

Ensuite la teneur remonte lentement pendant 15 semaines et, en fin de lactation, l'accroissement devient plus rapide.

Selon STEFANOVIC et autres (58), PARKIE et autres (38) ROOK et CAMPLING (49) la teneur en matières azotées du lait croît de la 1ère à la 2ème lactation, puis baisse ensuite. Par contre VANSCHOUBROEK (62) ne note aucune variation de la teneur en protéines du lait des animaux de 3 à 6 ans.

2.1.4. - Le lactose

C'est le composant majeur le plus abondant et le plus constant synthétisé à partir du glucose sanguin. Mais d'après VERMOREL (63) il peut y avoir au niveau de la mamelle une néo-glucogénèse à partir des acides gras volatils, des acides aminés exogènes et endogènes et du glycérol, quand la quantité de glucose disponible est insuffisante.

La teneur moyenne du lait de vache en lactose varie de 45 à 50 g par litre.

D'après VANSCHOUBROEK (62), ROOK et CAMPLING (49), WAITE (66) les variations de la teneur en lactose sont inverses

de celles des autres constituants de l'extrait sec. Elle augmente au cours des 5 premières semaines, se stabilise jusqu'à la 30ème semaine, puis chute progressivement après la 30ème semaine.

Selon ces mêmes auteurs, le taux de lactose du lait augmente avec l'âge au cours des 3 premières lactations, mais baisse chez les vaches très âgées. Toutefois selon WAITE et autres(67) la teneur en lactose diminue régulièrement de la 1ère à la 11ème lactation.

D'après AURIOL et JARRIGE (6) le régime alimentaire est sans influence sur la concentration en lactose du lait.

2.1.5. - Les minéraux

Par rapport aux constituants précédemment étudiés, les matières minérales du lait de vache qui représentent 7 à 8 g par litre, soit environ 6 p.100 de l'extrait sec, ne sont qu'une fraction mineure. Malgré tout, cette teneur en minéraux est très importante pour le jeune qui ne consomme que du lait. Les différents auteurs classent les constituants des cendres en fonction de leur importance quantitative en macroéléments (Ca, P, K, Na, Mg, Cl et S) qui représentent environ 80 p.100 du poids de cendres et en oligoéléments (Zn, Si, Al, Fe, F, Br et Cu) (tableau 6).

Une partie importante des minéraux du lait se trouve sous forme colloïdale à l'intérieur de liaisons organiques. Le reste se trouve sous forme de sels solubles.

Tableau 6 - Principaux éléments minéraux du lait de vache.
D'après GUEGUEN (21).

Macroéléments en g/litre		Oligoéléments en mg/l	
Ca = 1,25	:	Zn 2,0 à 5,0	Pb 0,04 à 0,08
P = 0,95	:	Si 1,5 à 7,0	Mn 0,03 à 0,05
K = 1,5	:	Al 0,5 à 1,0	As 0,03 à 0,05
Na = 0,52	:	Fe 0,2 à 0,5	I 0,015 à 0,05
Mg = 0,12	:	F 0,1 à 0,2	Se 0,01 à 0,05
Cl = 1,10	:	Br 0,1 à 0,2	Cr 0,01 à 0,02
S = 0,35	:	Cu 0,02 à 0,15	Co 0,0005 à 0,001
	:	Mo 0,05 à 0,08	
	:		

Après le premier mois de lactation il semble que la teneur du lait en minéraux totaux évolue très peu. Cependant les teneurs des différents éléments évoluent différemment les unes des autres, et leurs rapports sont variables.

Suivant PARRISH et autres (39) entre les races il existe des différences incontestables dans la composition minérale du lait. Les auteurs notent une différence de teneur d'environ 10 p.100 entre les animaux de race Jerseyaise et ceux de race Holstein.

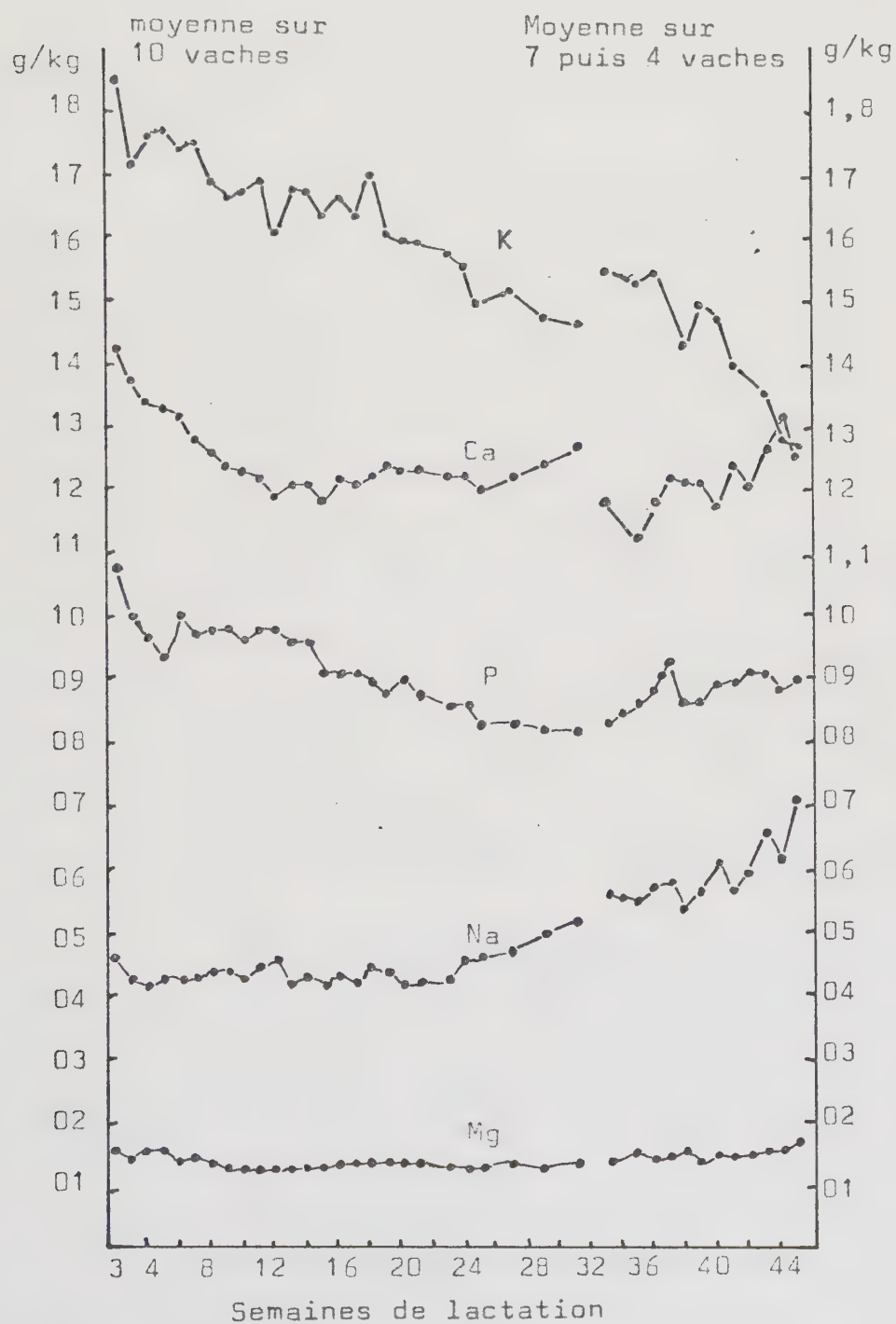
L'alimentation minérale des animaux en fin de gestation et en début de lactation n'a qu'une très faible influence sur la teneur en cendres du lait (LICHVAR, 30 ; BARIE et autres, 9; GUEGUEN, 21). De même la nature du sol sur lequel vivent les animaux n'influence pratiquement pas la richesse minérale du lait (COMBERG et GRONING, 13).

D'après SEMJAN et autres (56) la teneur des cendres du lait augmente de 5 p.100 entre le début et la fin de la période de pâturage alors qu'elle n'évolue pratiquement pas au cours de l'hiver.

Selon SCHALITSCHIEFF (52) des variations de plus ou moins 25 p.100 de la quantité de matières azotées digestibles ingérées n'entraînent pas de différence significative de la teneur en minéraux.

De même l'âge des animaux où le numéro de lactation a peu d'effet sur la composition minérale du lait.

Influence du stade de lactation sur
la composition minérale du lait de vache.
 (D'après GUEGUEN et JOURNET, 1961, 22)



2.1.5.1. - Le Calcium et le Phosphore

Ces deux éléments représentent environ 30 p.100 des minéraux totaux du lait. Ils représentent en outre l'essentiel de la fraction minérale liée aux colloïdes du lait dans le complexe phosphocaséinate de chaux.

Le phosphore se trouve aussi dans le lait sous forme de combinaisons organo-phosphorées telles que : lécithines, esters hexophosphoriques, nucléotides et complexe vitaminique avec la riboflavine.

Selon ALAIS (2) la moitié du phosphore du lait et un tiers de calcium sont sous forme soluble (tableau 7). D'après SEBELA et GAJDUSEK (53) la fraction du calcium soluble atteint 47 p.100. KRIVITSKAYA et autres (28) estiment que le pourcentage de calcium libre est de 70 à 80 p.100. Pour VAMAUCHI et autres (61) seulement 40 p.100 du calcium sous forme colloïdale ne sont pas immédiatement échangeables.

D'après ALAIS (2), COMBERG et GRONING (12), GUEGUEN (21), GUEGUEN JOURNET (22) et MAYER (35), AURIOL et MOCQUOT (7) la teneur moyenne du lait en calcium se situe entre 1150 et 1350 mg par litre. Suivant ces mêmes auteurs, la teneur en phosphore est légèrement plus faible, de l'ordre de 900 à 1000 mg par litre. Les variations de ces teneurs au cours de la lactation sont peu marquées, elles passent par un niveau minimum vers le 4ème mois de lactation et s'élèvent progressivement en fin de lactation.

	10ème jour	100e jour	285e jour
Calcium en mg/litre	1350	1150	1280
phosphore en mg/litre	1050	830	900

Le rapport Ca/P de l'ordre de 1,30 dans le lait normal peut atteindre 1,5 à 1,7 en fin de lactation (GUEGUEN et JOURNET, 22).

Tableau 7 - Répartition des différentes formes de phosphore et de calcium dans le lait de vache.
(D'après ALAIS (2) - 1965)

Phosphore

Organique 36 %		Minéral 64 %	
Esters phosphoriques Phospholipides 17 %	Phosphosérine de la caséine 19 %	$\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$ du phosphocaséinate 30 %	Phosphates en solution 34 %
Soluble		Insoluble (Colloïdal)	
Insoluble (Colloïdal)		Soluble	
Ca lié à la caséine 21 %	$\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$ du phosphocaséinate 46 %		Ca non ionisé 22 %
organique 21 %		minéral 79 %	
		Ca ++ 11 %	

Calcium

D'après GUEGUEN (21) citant AURIOL et GROSCLAUDE et PROPHULLA et ANANTAKRISHNAN la teneur en Ca du lait n'est pas influencée par l'âge de l'animal, alors que les teneurs en phosphore suivant VANSCHOUBROEK WILLEMS et LAMPO (62) diminuent de 7 p.100 de la première à la douzième lactation. Par ailleurs ROOK et CAMPLING (49) observent pour les trois premières lactations des teneurs moyennes en Ca supérieures à celles des seules premières lactations. Suivant les mêmes auteurs pour le phosphore, les teneurs sont plus élevées chez les animaux plus âgés pendant les 3 premiers mois de lactation alors qu'elles sont plus faibles pendant les 3 derniers mois.

D'après GUEGUEN (21), AURIOL et MOCQUOT (7), ANITA et autres (3) et DUSEK et autres (18) la saison influe sur la teneur en calcium et en phosphore du lait par l'action combinée de la température et de l'éclairement. Les teneurs les plus basses en ces éléments se situent en fin d'été. Selon KRIVITSKAYA et autres (28) ces variations saisonnières sont plus importantes dans le colostrum que dans le lait.

La richesse en calcium et en phosphore de la ration, suivant GUEGUEN (21), BACVANSKI et autres (8), LICHVAR (30) et BARIC et autres (9) ne semble pas influencer les teneurs du lait. Toutefois FISHER et autres (19) enregistrent une teneur en calcium plus élevée lorsque les animaux consomment en grande quantité un concentré à base d'orge contenant 0,8 p.100 de calcium dans la matière sèche, par rapport à ceux recevant un concentré à base d'avoine contenant 0,67 p.100 de calcium.

Selon AURIOL et MOCQUOT (7) et VANSCHOUBROEK (62) la teneur en calcium et en phosphore du lait n'est pas influencée par le niveau de production. Cependant d'après PIJANOWSKI et DLUZEWSKI (41) la teneur en calcium et en phosphore du lait est légèrement plus faible pour les vaches Frisonnes à haut niveau de production alors que pour les animaux de race Pie rouge le phénomène est moins évident.

Selon WHEELLOCK et autres (68) et RENNER (44) une infection bactérienne entraîne un abaissement du taux de Ca dans le lait.

D'après GUEGUEN (21) et ROBERTSON et autres (45) il existe une corrélation positive entre le calcium et le phosphore d'une part et les protéines du lait d'autre part ; de même il existe une relation étroite entre le calcium et la matière grasse.

2.1.5.2. - Le Magnésium

Des macroéléments, c'est le cation contenu en quantité la plus faible dans le lait. La teneur moyenne est de l'ordre de 100 à 130 mg par litre. Le magnésium est aussi lié à la caséine du lait mais en proportion beaucoup plus faible que le calcium.

Selon KRIVISKAYA et autres (28) la fraction de magnésium libre est de l'ordre de 70 à 90 p.100 du magnésium total.

D'après GUEGUEN et JOURNET (22) et FISHER et autres (19) cette teneur est très constante tout au long de la lactation. Il semble que les facteurs liés à l'alimentation ou à la conduite du troupeau n'ont aucune influence sur la teneur en magnésium du lait, alors que la race entraîne des écarts allant jusqu'à 10 p.100.

Selon PIJANOWSKI et autres (41) le taux de magnésium du lait est légèrement plus faible chez les vaches "Frisonnes" ayant un haut niveau de production.

2.1.5.3. - Le Potassium et le Sodium

Ces 2 cations sont avec le chlore, les éléments qui se trouvent essentiellement en solution dans le lait. Quantitativement le potassium est le composant minéral le plus abondant du lait. Sa teneur se situe autour de 1500 mg par litre.

Les quantités de sodium présentes dans le lait sont 3 fois plus faibles que celles de potassium, soit environ 500 mg par litre.

Suivant GUEGUEN (21), ROOK et CAMPLING (49), SEBELA et GAJDUSEK (53), FISHER et autres (19), TAPERNOUX et autres (60) VANSCHOUBROEK (62) les variations des teneurs en potassium

sont inverses de celles du calcium. La teneur en potassium diminue lentement tout au long de la lactation, tandis que celle en sodium augmente sensiblement dans la 2ème moitié de la lactation.

Comme pour les autres macroéléments différents facteurs peuvent modifier la teneur en potassium et en sodium du lait.

L'âge entraîne une légère diminution de la teneur en potassium et une augmentation du taux de sodium (WAITE, 66 ; GUEGUEN, 21).

Il semble d'autre part, selon ces mêmes auteurs, que l'alimentation n'ait d'influence sur ces teneurs que dans des conditions extrêmes. Toutefois, d'après SASSER et autres (51), la teneur en potassium serait plus faible pendant la période de pâturage alors que selon TAPERNOUX et MAGAT (59) aucune différence significative n'est enregistrée entre la période hivernale et la mise à l'herbe.

La race n'entraîne que de faibles variations de ces teneurs, variations qui sont généralement inverses de celles du calcium et du phosphore (FISHER et autres, 19 ; GUEGUEN, 21). TAPERNOUX et MAGAT(59) n'enregistrent même aucune différence significative des taux de potassium et de sodium du lait entre les races Montbéliarde et F.F.P.N.

Notons aussi qu'une infection bactérienne de la mamelle entraîne une légère chute de la teneur en potassium et une augmentation importante du taux de sodium.

2.2. - Evolution de la composition du lait au cours des premières semaines de la lactation

Au cours des premiers jours qui suivent la mise bas la mamelle secrète le colostrum qui est assez différent du lait normal. Il s'en différencie par sa couleur jaunâtre, son aspect collant et moins fluide et son pH acide (6,2 à 6,3).

Ce colostrum qui se caractérise par une forte teneur en protéines solubles et en sels a une grande importance pour le nouveau-né.

En particulier le lait de retention issu de la première traite est très riche en immunoglobulines qui sont des anticorps très importants dans les mécanismes d'autodéfense du veau contre les maladies infectieuses (tableau8).

Pendant cette période colostrale la composition du lait évolue très rapidement ; par la suite les variations sont de plus en plus faibles pour arriver rapidement à un lait normal.

2.2.1. - La matière sèche

D'après PARRISH et autres (39), ROOK et CAMPLING (49), ALAIS (2), SENFT et RAPPEN (55) la teneur du colostrum en extrait sec est très élevée. Les valeurs sont souvent comprises entre 200 et 250 g par litre à la 1ère traite pour atteindre environ 140 g au 4ème jour et 125 à 130 g vers le 20ème jour.

Selon WAITE et autres (67) la teneur en matières sèches du lait baisse de 8 p.100 du 15ème au 45ème jour.

Plus que les variations de teneur en M.S., il semble que ce soient les variations des différents composants de cette matière sèche qui soient intéressantes à étudier.

Tableau 8 - Constituants du colostrum et du lait de vache.
D'après ROY (50).

Constituants	Colostrum en p.100	Lait en p.100
Matières grasses	3,6	3,5
Extrait sec dégraissé	18,4	8,6
Protéines	14,3	3,25
Caséines	5,2	2,6
Albumine	1,5	0,47
β lactoglobuline	0,8	0,3
α lactalbumine	0,27	0,13
Serumalbumine	0,13	0,04
Immunoglobulines	5,5- 6,8	0,09
Lactose	3,1	4,6
Cendres	0,97	0,75
Calcium	0,26	0,13
Magnésium	0,04	0,01
Potassium	0,14	0,15
Sodium	0,07	0,04
Phosphore	0,24	0,11

2.2.2. - Les Matières grasses

D'après ALAIS (2), PARRISH et autres (39), ROOK et CAMPLING (49), SENFT et RAPPEN (55) la concentration en matières grasses du colostrum est très élevée à la première traite avec des teneurs souvent comprises entre 50 et 70 g/kg . Cette concentration baisse rapidement au cours des 3 premières traites, puis plus lentement pendant la première semaine de lactation.

Après la période colostrale DECAEN, JOURNET et POUTOUS (16) constatent pendant les 2 premières semaines une baisse de 0,5g/kg par jour.

D'après RODRIGUES et autres (47) la chute du taux de matières grasses est de 45 p.100 du 1er au 15ème jour de la lactation et suivant WAITE et autres (67) ce même taux baisse de 5 p.100 du 15ème au 45ème jour.

2.2.3. - Les matières azotées

D'après SENFT et RAPPEN (55), ROOK et CAMPLING (49) et PARRISH et autres (39), RODRIGUES et autres (47) la teneur en matières azotées du colostrum est très élevée surtout à la première traite où les valeurs atteignent 150 à 160 g par litre soit près de 5 fois supérieures au lait normal. Cette concentration baisse très rapidement pour atteindre 45 à 50 g par litre dès la 3ème traite. Ensuite la chute des teneurs est plus lente, vers le 5ème jour le taux de matières azotées est d'environ 40 à 45 p.1000, puis d'environ 33 p.1000 le 15ème jour.

Selon WAITE et autres (67) et VANSCHOUBROEK (62) le taux diminue encore de 0,3 p.100 du 15ème au 45ème jour pour commencer à remonter à partir du 2ème mois de la lactation. Ces chiffres sont confirmés par ROOK (48), ROOK et CAMPLING (49) qui observent des teneurs minimales entre la 5ème et la 10ème semaine.

Ces mêmes auteurs dans les résultats d'une analyse des différents constituants azotés donnent des valeurs très élevées de l'azote des globulines dans le lait de la première traite (10 g par litre), valeurs qui baissent très rapidement : 2 g par litre

à la 3ème traite, 1 g par litre à la 5ème traite et 0,5 g par litre vers la 15ème semaine pour remonter jusqu'à la fin de la lactation (0,35 g par litre).

Les teneurs en azote de la lactoglobuline et en azote de la caséine, légèrement inférieures (8,5 g par litre à la première traite) baissent plus lentement pour atteindre 5 g à la 5ème traite. C'est entre la 5ème et la 10ème semaine que sont enregistrées les teneurs les plus basses (3,5 g d'azote par litre).

Les teneurs en azote de la β lactoglobuline et en azote de l'albumine qui sont de l'ordre de 1,3 g par litre sitôt la mise-bas, chutent à 0,5 g par litre à la 3ème traite. Ensuite ces teneurs descendent plus lentement pour atteindre les valeurs les plus basses entre la 5ème et la 10ème semaine.

La fraction d'azote non protéique, stable à environ 0,5g par litre pendant les 4 premières traites, baisse très légèrement les jours suivants jusqu'à 0,25 g à la 10ème semaine où elle se stabilise .

2.2.4. - Le lactose

Contrairement aux autres composants de l'extrait sec, la teneur en lactose croît au cours des premiers jours de la lactation.

Selon ROOK (48), PARRISH et autres (39), SENFT et RAPPEN (55), WAITE et autres (67) et ROOK et CAMPLING (49), le taux de lactose de 25 à 30 g à la première traite, passe à 40 g par litre à la 3ème traite, puis à 45 g vers le 5ème jour. Ensuite l'évolution de cette concentration est beaucoup plus lente (47 à 49 g/l à la fin de la 2ème semaine), et se stabilise jusqu'au 6ème mois. Entre la 30ème semaine et la fin de la lactation ces mêmes auteurs enregistrent une légère diminution du taux de lactose (43 g par litre à la 45ème semaine de lactation).

2.2.5. - Les minéraux

La concentration minérale du colostrum est presque 2 fois supérieure à celle du lait normal. PARRISH et autres (39) MAYER (35), GUEGUEN (21), ROOK et CAMPLING (49), SENFT et RAPPEN (55), RODRIGUES et autres (47), ALAIS (2) donnent des teneurs pour le lait de la première traite se situant entre 11 et 14 g de cendres par litre. Ils observent une chute très rapide de ces teneurs au cours des premiers jours qui suivent la mise-bas (8,5 à 9 p.1000 le 2ème jour, 8 à 8,5 p.1000 le 3ème jour). Cette baisse est ensuite plus lente pour atteindre des valeurs pratiquement normales, vers le 15ème jour de lactation et s'y stabilise (7 à 8 g par litre).

2.2.5.1. - Calcium et phosphore

Dans le colostrum, les quantités de calcium et phosphore sont souvent doubles de celles rencontrées dans le lait, soit environ 2 g par litre.

D'après SENFT et RAPPEN (55), ROOK et CAMPLING (49) MAYER (35), GUEGUEN (21), KOVACHEV (27), YUSA et autres (69) la teneur en calcium du lait issu de la première traite se situe entre 1650 et 2150 g par litre, mais elle diminue de façon très importante dès la 2ème et la 3ème traite. Ensuite le taux de calcium continue de baisser, mais beaucoup plus lentement, pour atteindre les teneurs les plus faibles (900 à 1000 mg.l) vers le 20ème jour puis se stabilise dès la 4ème semaine à une teneur normale de 1100 à 1200 mg par litre. Cependant dans une étude de 2300 lactations de vaches "Montbéliarde" AURIOL et MOCQUOT (7) observent une chute du taux de calcium jusqu'au 40ème jour de lactation. Ces résultats sont confirmés par VANSCHOUBROEK (62) et FISHER et autres (19).

Suivant ces mêmes auteurs, la teneur en phosphore du colostrum passerait de 1900 à 2300 mg/l à la première traite, 1200 à 1300 mg par litre à la 3ème traite.

Après la période colostrale le taux de phosphore continue à baisser lentement (1000 mg/l au 20ème jour) ; il atteint ses valeurs les plus basses entre la 5ème et la 15ème semaine de la lactation (830 à 850 mg par litre).

Selon MAYER (35) le rapport Ca/P proche de 1 dans le lait des 2 premières traites passe à 1,2 au 4ème jour, alors que d'après SENFT et RAPPEN (55) et ROOK et CAMPLING (49) ce même rapport reste généralement inférieur à 1 jusqu'au 20ème jour.

2.2.5.2. - Magnésium

D'après GUEGUEN (21) la teneur en magnésium du colostrum peut être jusqu'à 3 fois supérieure à celle du lait normal, mais comme pour le calcium les concentrations baissent très rapidement .

Suivant SENFT et RAPPEN (55) et MAYER (35), les teneurs comprises entre 300 et 380 mg/litre à la première traite passent à 160 g à la 4ème traite, à 130 g vers le 5ème jour, et à 120 g vers le 20ème jour de la lactation. D'après VANSCHOUBROEK (62) et FISHER et autres (19), GUEGUEN et JOURNET (22), cette teneur en magnésium remonte légèrement à partir du 2ème mois de lactation et se stabilise ensuite (130 mg par litre).

2.2.5.3. - Potassium

Contrairement aux éléments précédents, les teneurs en potassium du lait des premières traites ne varient pratiquement pas. A part SEBELA et JURCIK (54) qui donnent un taux de potassium très bas dans le lait de la première traite (1080 mg par litre) ; les autres auteurs SENFT et RAPPEN (55), MAYER (35), ROOK et CAMPLING (49)annoncent au cours de la première semaine de lactation des dosages constants autour de 1600 mg/litre.

Selon ROOK et CAMPLING (49) après la 1ère semaine, les teneurs du lait en potassium continuent à osciller entre 1600 et 1700 mg par litre jusque vers la 35ème semaine. Par contre d'après GUEGUEN et JOURNET (22); VANSCHOUBROEK (62), TAPERNOUX et autres (60) et FISHER et autres (19) cette teneur diminue lentement pendant les 8 premiers mois de lactation (1700 mg à 1500 mg par litre).

Tous ces auteurs observent une diminution plus sensible du taux de potassium en fin de période de production (1300 mg à 1400 mg par litre).

Selon les mêmes auteurs, le taux de sodium dans le colostrum est supérieur à celui du lait normal : 600 à 700 mg par litre à la première traite.

Cette concentration diminue plus lentement, mais régulièrement au cours de la première semaine pour atteindre environ 500 mg par litre au 5ème jour, puis 400 mg par litre vers le 20ème jour. Cette baisse se poursuit très lentement pour atteindre un taux minimum (350 mg par litre) entre la 6ème et la 10ème semaine. La teneur en sodium remonte ensuite jusqu'en fin de lactation (600 à 700 mg par litre).

D'une façon générale la composition de la matière sèche du colostrum en ses différents constituants est supérieure à celle du lait à l'exception du lactose. Les teneurs élevées sont surtout très marquées dans le lait de retention obtenu à la première traite. Si l'hypothèse est admise que le colostrum, unique aliment du nouveau-né, est parfaitement équilibré, il est possible de justifier l'intérêt qu'attachent les éleveurs à ce que ce "premier lait" soit consommé par le jeune veau.

Après la période colostrale la teneur du lait en ses différents constituants évolue lentement pour atteindre vers la 4ème semaine des concentrations qui ne changeront plus beaucoup avant la fin de la lactation .

3 - MATERIEL et METHODE

3.1. - Protocole

Nous avons, pendant les 6 premières semaines qui suivent la mise bas, mesuré les quantités de lait produites par 16 animaux à chacune des 2 traites quotidiennes.

Nous avons prélevé à chaque traite un échantillon de lait auquel nous avons ajouté quelques gouttes de toluène avant de l'amener à une température de +4° pour en assurer une bonne conservation.

Les variations de composition du colostrum étant très rapides, nous nous sommes attachés à en mesurer les différents composants traite par traite au cours des 3 premiers jours.

Du 4ème au 6ème jour, les mesures ont été effectuées quotidiennement sur des échantillons pondérés de la traite du soir et de celle du lendemain matin.

Du 7ème au 15ème jour un échantillon a été prélevé dans les mêmes conditions tous les 3 jours ; pendant les 3ème et 4ème semaines, nous avons pris un échantillon tous les quatre jours et enfin nous n'avons effectué qu'une mesure hebdomadaire pour les 2 dernières semaines.

Sur chaque échantillon, nous avons effectué les dosages de la matière sèche, des matières grasses, des matières azotées, du lactose, des cendres et des principaux cations : Calcium, Magnésium, Potassium et Sodium.

3.2. - Les animaux

Nous avons retenu dans le troupeau laitier de la ferme de la Bouzule, 16 animaux dont les dates de vêlage étaient aussi groupées que possible. Ces vêlages se sont déroulés sur une période comprise entre le 17 janvier et le 23 mars.

Le lot d'animaux se présente ainsi :

- 7 vaches qui débutent leur première lactation
- 9 vaches de 2ème, 3ème ou 4ème lactation, toutes de race FFPN, (tableau 9).

Tableau 9 - Caractéristiques des Animaux

Noms	Date de naissance	N° de lactation	Date de mise bas
1. ELSA	04.11.1967	1	17.01.70
2. ELEGANTE	09.12.1967	1	21.01.70
3. ESCARPE	04.11.1967	1	24.01.70
4. DAMOISELLE	28.11.1966	1	30.01.70
5. ETAMINE	08.11.1967	1	31.01.70
6. EGLANTINE	24.11.1967	1	21.03.70
7. ETELLE	15.01.1967	1	23.03.70
8. ACANTHE	19.09.1964	4	17.01.70
9. ANETH	11.07.1964	4	24.01.70
10. XITTA	14.11.1963	4	03.02.70
11. CASTILLE	12.09.1966	2	07.02.70
12. CHARTE	31.12.1965	2	11.02.70
13. BERGAMOTE	1964	3	25.02.70
14. BRUNELLE	1964	3	01.03.70
15. CREDULE	10.03.1966	2	10.03.70
16. BRIMBELLE	1964	3	12.03.70

En ce qui concerne l'alimentation, aucune mesure de consommation individuelle n'a été effectuée sur ces animaux pendant la période expérimentale.

La ration de ces animaux était identique à celle de l'ensemble du troupeau, soit une alimentation à base d'ensilage de maïs à 30 % de matière sèche, plus 1 à 2 kg de foin de prairie permanente. Ces fourrages étaient distribués à l'auge pratiquement à volonté.

Cette ration de base plus riche en énergie qu'en matières azotées digestibles, était équilibrée par l'apport d'1 kg de tourteaux d'arachide. Les animaux recevaient ensuite en fonction de leur niveau de production, des aliments concentrés fabriqués sur l'exploitation. Le mélange utilisé était le suivant :

Farine d'orge	72 %	
Tourteaux d'arachide	24 %	
Complément minéral	4 %	dosant 16 % de Ca et 16 % de P.

Les quantités distribuées variaient de 2 à 4 kg par jour. Nous savons par ailleurs que les vaches laitières, en début de lactation, consomment 2 kg à 2,5 kg de matière sèche par jour par 100 kg de poids vif. Comme le poids des animaux après la mise bas s'échelonnait entre 400 et 650 kg, il peut être admis que leur consommation était comprise entre 10 et 16 kg de matière sèche par jour.

La ration moyenne par vache et par jour était donc :

	M.S.	U.F.	M.A.D.
30 kg d'ensilage de maïs	9 kg	6,7	360 g
1,5 k de foin	1,3kg	0,8	70 g
1 kg de tourteaux d'arachide	0,9kg	1	420 g
3 kg de concentrés	2,7kg	3	450 g
Minéraux des concentrés 80 à 160 g par jour			
TOTAL	13,9kg	11,5UF	1300gMAD

3.3. - Méthodes et dosages

3.3.1. - Détermination de la matière sèche

Principe

La détermination de l'extrait sec a été réalisé par pesée du résidu obtenu après dessiccation à l'étuve à 103° pendant 12 heures, d'un échantillon de 10 ml de lait .

Technique

Après avoir taré une capsule remplie de 60 g de sable fin et séché à l'étuve, muni d'un agitateur, nous avons réalisé un mélange homogène de sable et de 10 ml de lait. Après pesée, passage à l'étuve et refroidissement au dessiccateur, une nouvelle pesée de la capsule est effectuée. Nous obtenons ensuite par différence, le poids de l'extrait sec.

3.3.2. - Détermination de la teneur en matière grasse

Cette mesure a été effectuée suivant la méthode acidobutyrométrique (selon Gerber).

Principe

Dans un tube gradué spécial (butyromètre), nous dissolvons par l'acide sulfurique à chaud les différents éléments du lait à l'exception de la matière grasse; nous séparons ensuite la matière grasse sous l'action de l'alcool amylique et de la centrifugation.

Technique

Après avoir placé les butyromètres sur leur support, nous y introduisons 10 cm³ d'acide sulfurique puis nous y versons en le laissant couler très lentement, 11 cm³ de lait ; nous ajoutons ensuite 1 cm³ d'alcool amylique.

Après bouchage, les butyromètres sont agités par retournements successifs jusqu'à dissolution complète de la caséine, et placés pendant 5 minutes au bain-marie à 70°. Nous procédons ensuite à une centrifugation pendant 3 minutes à 1200 tours minute.

Les butyromètres sont à nouveau placés au bain-marie pendant 5 minutes à 65° après les avoir retournés. Nous effectuons ensuite la lecture du résultat en amenant le plan inférieur de la colonne de matières grasses à la base de la colonne graduée du butyromètre.

Une marge d'imprécision de $\pm 0,5$ p.1000 est admise avec cette méthode de mesure.

3.3. - Détermination de la teneur en matières azotées

Le dosage de l'azote a été effectué suivant la méthode de Kjeldhal.

Principe

L'azote des composés organiques et minéraux en présence d'un catalyseur est intégralement transformé en sulfate d'ammonium par attaque à l'acide sulfurique concentré à chaud.

Par distillation avec un excès de lessive alcaline, l'ammoniac est mis en liberté, entraîné et recueilli dans de l'acide sulfurique titré sur lequel nous effectuons un dosage en retour.

Technique

Minéralisation : A 2 ml d'une solution de lait dilué 10 fois, nous ajoutons dans un matras de 30 ml, 3 ml d'acide sulfurique R.P., une pincée de catalyseur de minéralisation au Sélénium et 3 ou 4 billes de verre. Les matras sont placés ensuite sur la rampe à minéraliser et chauffés pendant environ 4 heures. (Le chauffage est poursuivi 1 heure après la décoloration du liquide).

Distillation : Après refroidissement, nous versons le contenu du matras dans un distillateur d'azote. Nous ajoutons 12 à 15 ml de sodium Hydroxyde R.P. L'ammoniac est entraîné par la vapeur d'eau et recueilli dans un bécher contenant 20 ml d'acide sulfurique N/50 et quelques gouttes de colorant Tashiro.

Dosage : Une partie de l'acide sulfurique N/50 ayant été utilisé pour neutraliser l'ammoniac, nous titrons ensuite l'excès d'acide avec de la soude N/50.

Sachant que 1 ml d'acide sulfurique N/50 correspond à 0,28 mg d'azote, nous en déduisons la quantité totale d'azote. Celle-ci, multipliée par le coefficient 6,32 permet d'obtenir la quantité de matières azotées totales.

3.4. - Détermination de la teneur en lactose

La concentration en lactose des échantillons a été déterminée directement à l'autoanalyseur IRMA à la station laitière de POLIGNY, (ADDA et autres 1).

Principe : L'absorption quantitative du rayonnement infra-rouge à 5,73 microns par la liaison ester des triglycérides, à 6,46 microns par la liaison amide II des protéines et à 9,60 microns par les groupes hydroxyles du lactose permet de doser ces composants dans le lait.

Il y a une absorption importante d'énergie infra-rouge par l'eau dans la zone de longueur d'onde utilisée, on utilise donc une cellule de référence pleine d'eau pour soustraire une absorption constante.

Technique : L'échantillon est réchauffé à 38° puis homogénéisé. Le lait est ensuite aspiré par pompage dans un échangeur de température qui l'amène à 1°C près à la température définie ; il traverse ensuite la cellule de mesure.

3.5. - Détermination de la teneur en minéraux

La teneur en cendres totales du lait a été mesurée, par différence de pesée, entre l'échantillon et le résidu après incinération.

Après homogénéisation, nous effectuons un prélèvement de 10 ml de chaque échantillon que nous versons dans une capsule en silice que nous avons pesée au préalable et que nous pesons pleine. Après dessiccation à l'étuve à 103°, le prélèvement est passé au four à moufle à 550° pendant 11 heures.

Après pesée du résidu, ce dernier est dissout dans 10 ml d'acide chlorydrique normal. Cette solution a été utilisée pour le dosage des 4 cations : Calcium, Magnésium, Potassium et Sodium.

3.6. - Détermination des teneurs en Calcium, Magnésium, Potassium et Sodium

Ces différents cations ont été dosés par la méthode de spectrophotométrie d'absorption atomique pour Ca et Mg et par spectrophotométrie d'émission pour K et Na.

Principe

Lors de la pulvérisation dans une flamme d'une solution contenant un élément à doser, les atomes sont excités par passage d'un électron de la sous-couche d'énergie E à une sous-couche d'énergie $E + h \nu$ (h étant la constante de Planck). Le retour au niveau fondamental se traduit par l'émission d'un photon de fréquence ν . C'est cette émission de radiations caractéristiques de l'élément, proportionnelle à sa concentration, que l'on mesure en spectrophotométrie d'émission.

En photométrie de flamme par absorption atomique, au contraire, les atomes sont excités non seulement par la température de la flamme, mais aussi par effet de résonance dû à l'émission de photons par une source émettant à la fréquence ν . Ces photons sont absorbés et il en résulte une diminution de l'intensité du faisceau sortant de la flamme, diminution qui sera mesurée à l'aide d'un récepteur approprié.

3.6.1. - Dosage du calcium et du magnésium par spectrophotométrie d'absorption atomique

Méthode de mesure : (LINDEN (31), PINTA (40), MURTHY et RHEA (36), REBMANN et HOTH (42) et KOOPS et WESTERBEEK (26)). Nous avons utilisé la méthode de mesure directe, c'est-à-dire qu'en partant de solutions étalons contenant des quantités connues de calcium et de magnésium, nous avons mesuré les absorptions de ces différentes solutions afin de tracer une droite d'étalonnage. Nous avons ensuite mesuré l'absorption des différents échantillons et par lecture graphique, déterminé leur concentration.

Pour le calcium, nous avons utilisé la gamme de solutions étalons suivante :

- 2 - 5 - 10 - 15 - 20 mg par litre

Pour le magnésium :

- 0,2 - 0,5 - 1 - 1,5 - 2 mg par litre

Préparation des échantillons : La concentration en minéraux des échantillons étant élevée (cendres correspondant à 10 ml de lait dans 10 ml d'HCl), nous avons retenu une dilution au 1/200e.

Afin d'éliminer les interférences dues à la présence des différents cations et du phosphore dans la solution de cendres, nous avons ajouté à chaque échantillon 20 ml d'une solution de chlorure de lanthane à 5 % .

<u>Echantillon</u> :	Solution de Cendres de lait.....	1 ml
	Solution de Chlorure de lanthane.....	20 ml
	Eau bidistillée.....jusqu'à	200 ml

Appareil : Les conditions spectrophotométriques utilisées sont les suivantes:

- Flamme air-acétylène dont la température est de 2. 325°
- largeur de la fente
 - pour le calcium : 100 μ
 - pour le magnésium : 50 μ
- longueur d'ondes
 - pour le calcium : 4226 Å
 - pour le magnésium : 2852 Å

3.6.2. - Dosage du potassium et du sodium par spectrophotométrie d'émission

Méthode de mesure : Nous avons utilisé la même méthode que pour le calcium et le magnésium.

Gamme des solutions étalons employées :

- . Potassium : 1 - 2 - 5 - 10 mg par litre
- . Sodium : 0,5 - 1,2 - 5 mg par litre .

Préparation des échantillons : Comme précédemment, la dilution a été faite au 1/200e avec addition de 20 ml d'une solution de lanthane à 5 p.100.

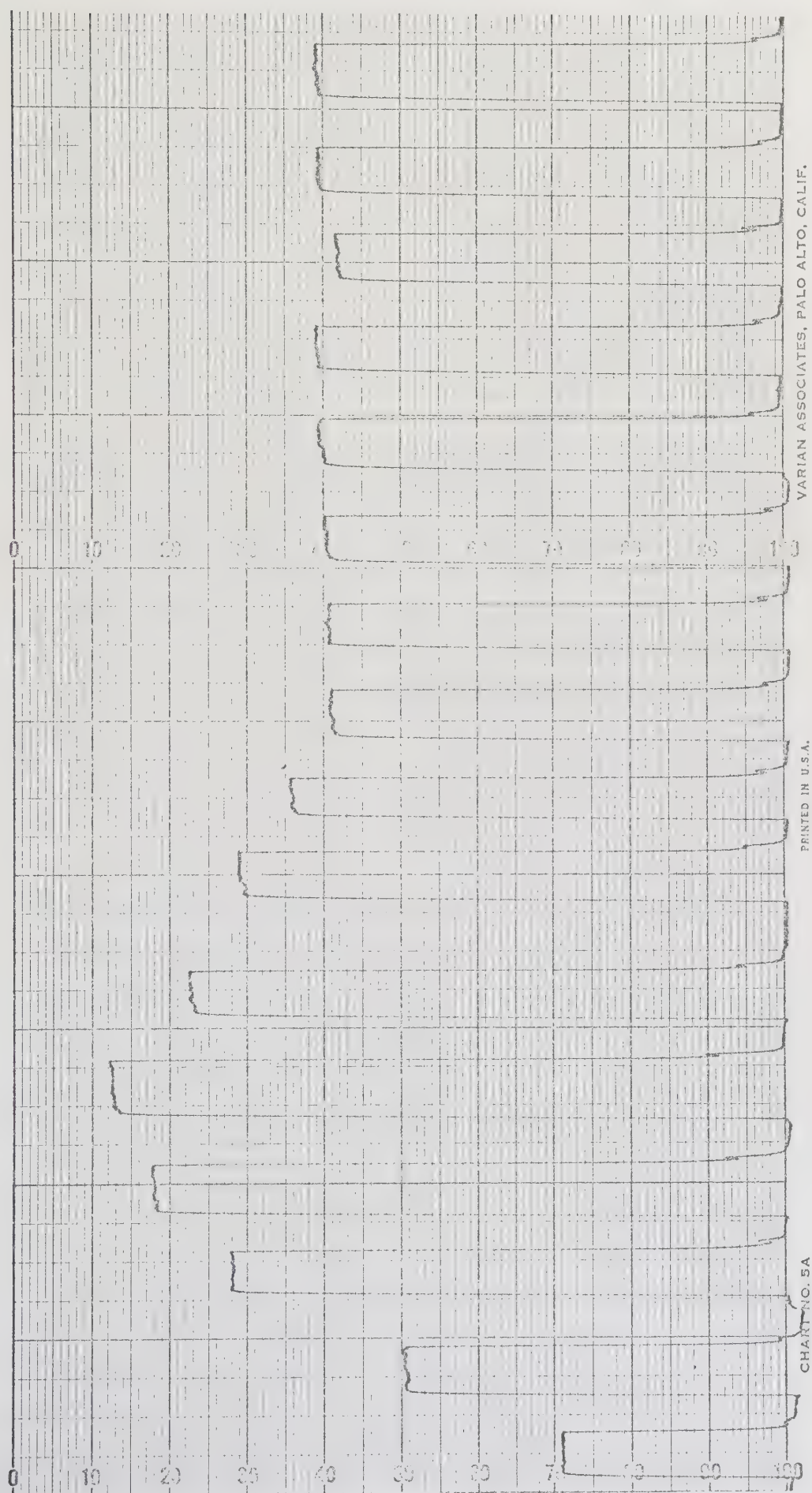
Appareil : - Flamme air-acétylène à la température de 2325°

- Largeur de la fente

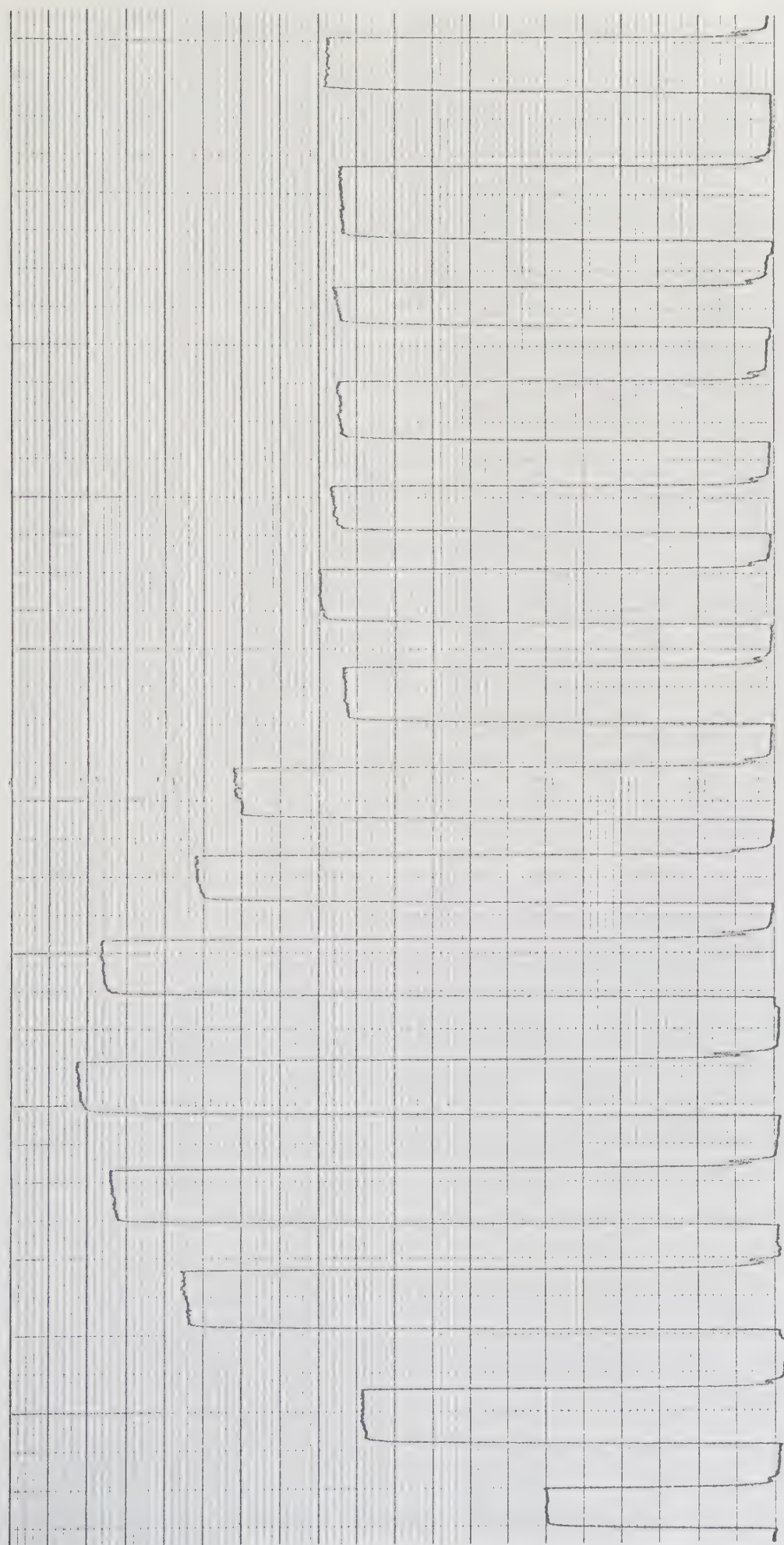
. Potassium 300 μ

. Sodium 150 μ

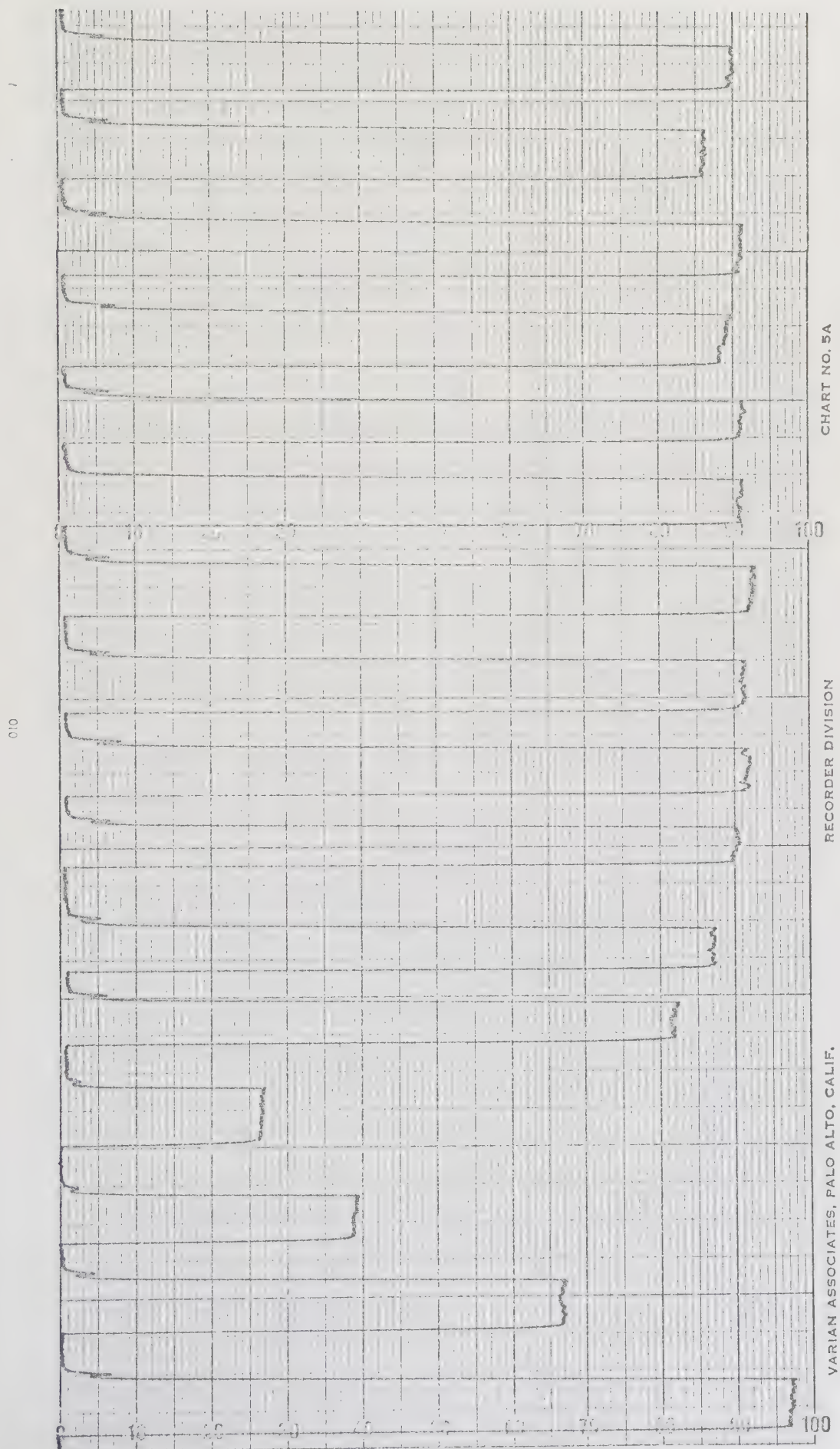
Exemple de signaux obtenus au cours du dosage du calcium
par spectrophotométrie d'absorption atomique.



Exemple de signaux obtenus au cours du dosage du magnésium
par spectrophotométrie d'absorption atomique.

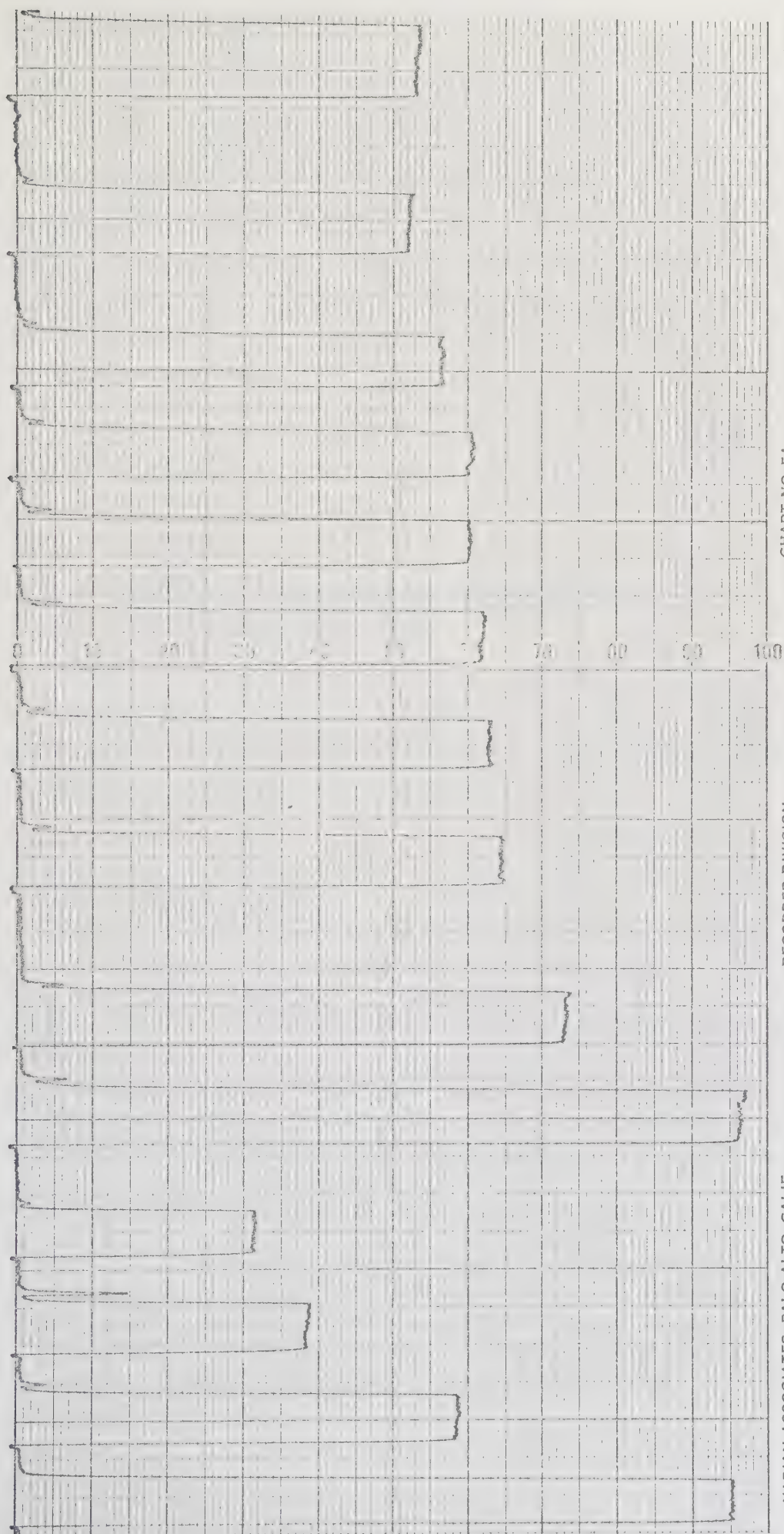


Exemple de signaux obtenus au cours du dosage du potassium
par spectrophotométrie d'émission.



Exemple de signaux obtenus au cours du dosage du sodium
par spectrophotométrie d'émission.

010



VARIAN ASSOCIATES, PALO ALTO, CALIF.

RECORDER DIVISION

CHART NO. 5A

PRINT

4 - RESULTATS ET DISCUSSION

Notre objectif était d'étudier au cours des 6 premières semaines de la lactation l'évolution de la teneur en cendres du lait. Dans un premier temps, nous avons suivi l'évolution des quantités produites et des teneurs en matières sèches, cendres, matières grasses, matières azotées et lactose afin de caractériser les laits par leurs macroéléments. Nous avons ensuite mesuré les taux des 4 cations qui ont retenu notre attention : calcium, magnésium, potassium et sodium, les rapprochant alors des éléments majeurs.

Les valeurs moyennes que nous donnons par prélèvement et par numéro de lactation ne sont pas en moyennes empiriques ; ce sont des moyennes qui ont été ajustées pour tenir compte de quelques données manquantes.

4.1. - Quantités produites et macroéléments

4.1.0. - Quantités de lait

Pour l'ensemble des animaux, les différences entre les quantités de lait produites au cours de la phase ascendante de la lactation, en fonction du numéro de prélèvement, sont statistiquement hautement significatives.

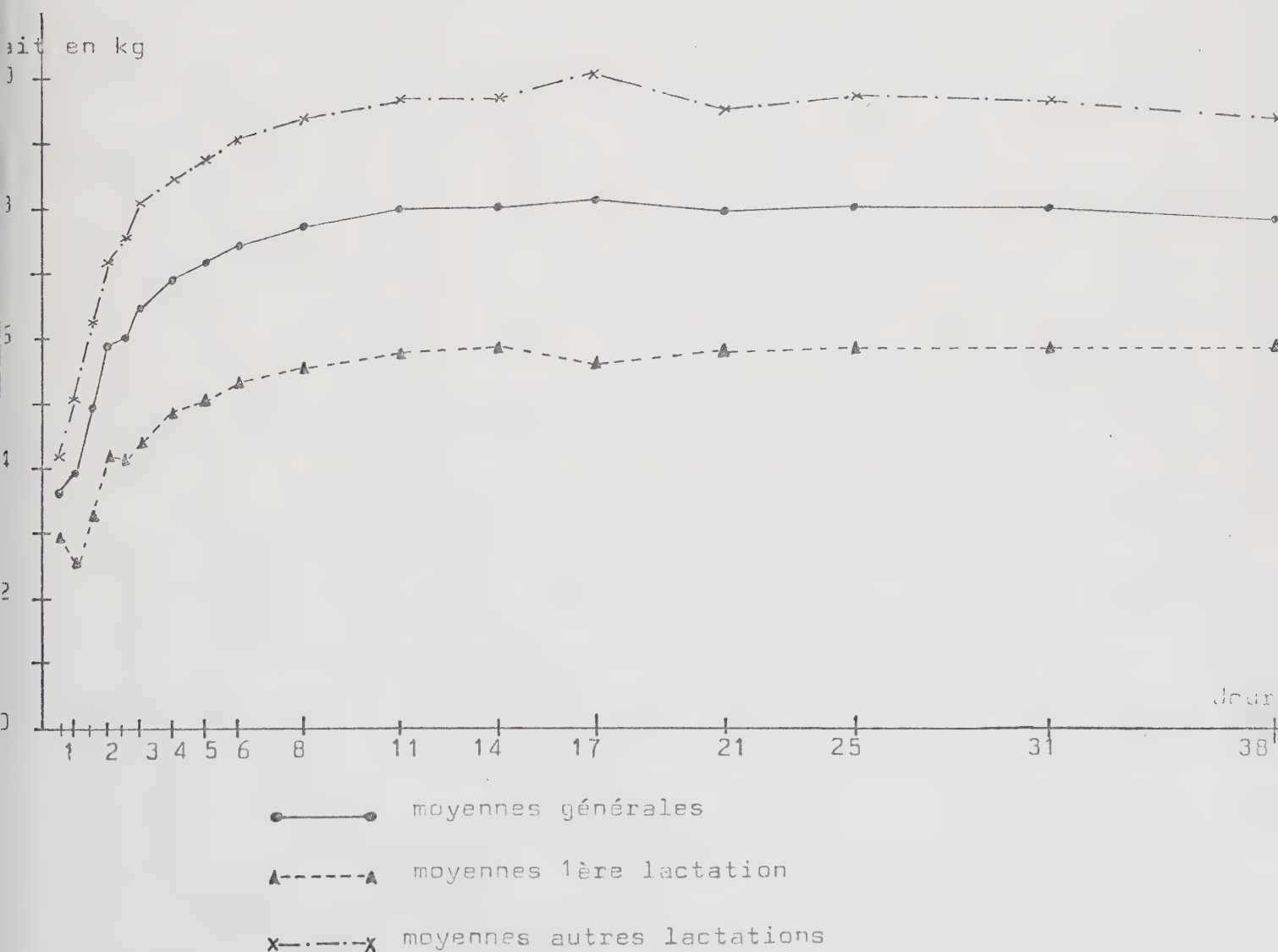
Tableau 1 - Quantités moyennes de lait produites par animal et par traite.

(1)	n° de Prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Quantités en kg	3,6	3,9	4,9	6,0	5,9	6,5	6,9
(3)	Ecart types	1,6	1,7	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2

(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	7,2	7,4	7,7	8,0	8,0	8,2	7,9	8,0	8,0	7,9
(3)	2,3	2,2	2,4	2,4	2,8	2,9	2,3	2,2	2,5	2,3

Les variations des quantités de lait produites (graphique 1) sont très importantes pendant la phase colostrale, la production doublant presque en 3 jours. (3,6 kg à la première traite et 6,5 kg à la sixième traite). Après le 3ème jour les quantités produites augmentent encore mais plus lentement pour atteindre un palier dès le 11ème jour (8 kg par traite) et s'y maintenir pratiquement jusqu'à la fin de la période expérimentale (7,9 kg au 38ème jour).

Graphique 1 - Evolution des quantités moyennes de lait produites par animal et par traite



La production moyenne par traite, des animaux en première lactation, est inférieure, de façon hautement significative, à celle des autres animaux.

La moyenne des quantités de lait mesurées par traite et au cours des 17 prélèvements se situant entre le 1er et le 38ème jour de lactation est de 5,1 kg pour les animaux en 1ère lactation et de 8,6 kg pour les animaux en 2ème, 3ème et 4ème lactations.

Les quantités de lait que nous obtenons sont assez nettement inférieures à celles calculées selon les propositions de DECAEN et autres (16) en partant de la production au 5ème jour.

Stade de lactation	Primipares			Autres lactations		
	Quantités produites	Moyenne DECAEN *	Quantités estimées	Quantités produites	Moyenne DECAEN *	Quantités estimées
5ème jour	10,1	11,8	-	17,5	17,7	-
10ème jour	11,5	14,2	12,4	19,4	20,2	20,0
20ème jour	11,6	15,5	13,7	19,4	21,2	21,3
30ème jour	11,7	15,8	13,9	19,4	20,7	20,8

* Moyenne calculée sur les 2ème, 3ème et 4ème lactations puisque nous avons 3 animaux dans chaque catégorie.

La production qui aurait dû continuer à augmenter au-delà du 10ème jour plafonne à 11,6 kg pour les animaux jeunes et à 19,4 kg pour les vaches plus âgées. Ces quantités restent donc inférieures de près de 2 kg aux quantités prévisibles.

Il est probable que si les animaux n'ont pas pu exprimer entièrement leur potentiel c'est parce que le régime alimentaire était insuffisant (il manquait probablement 1 U.F. et ou 150 g de M.A.D.).

Ces remarques sont confirmées par le fait que la production des animaux en première lactation n'augmente plus après le 11ème jour alors qu'il est admis qu'elle devrait progresser jusque vers la 5ème semaine.

4.1.1. - Teneur en matières sèches

Les valeurs obtenues sont souvent très élevées en tout début de lactation avec un maximum à la première traite chez la plupart des animaux (230 g par kg).

Les teneurs chutent très rapidement pendant la période colostrale (135 g par kg au 4ème jour) puis plus lentement pendant la phase ascendante de la production avec une teneur minimale au 31ème jour (116 g par kg). Le taux de matières sèches semble remonter légèrement ensuite (120 g au 38ème jour).

L'effet du stade de lactation sur la teneur en matières sèches est hautement significatif.

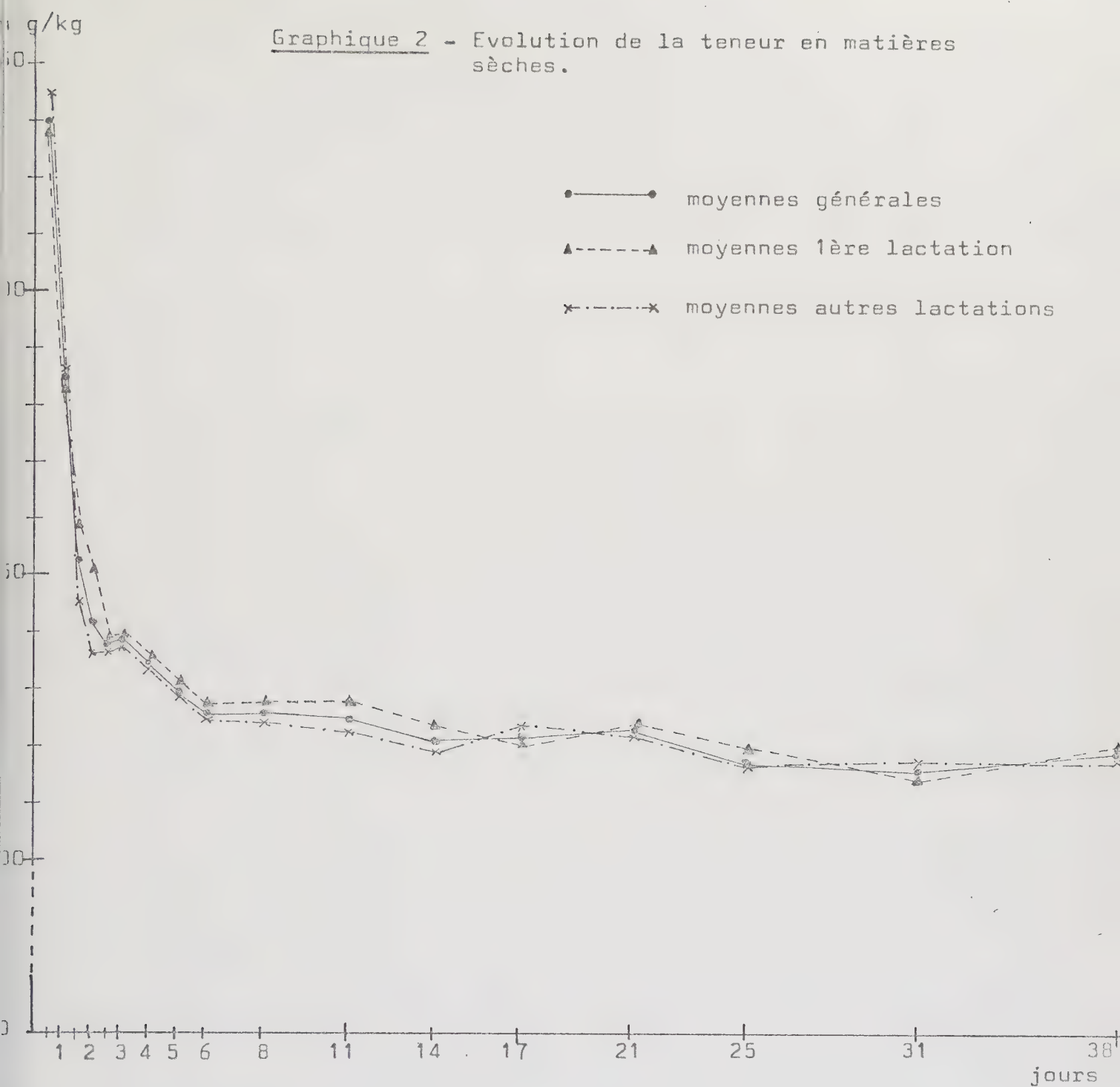
Tableau 2 - Teneurs moyennes en matières sèches des laits des 17 prélèvements.

(1)	n° de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Teneurs en g. p. kg	230,1	185,0	153,3	142,4	138,9	139,4	135,3
(3)	Ecart-types	40,3	31,0	20,9	13,4	12,5	8,4	9,6

(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	130,4	125,7	126,2	125,4	120,8	121,7	123,9	117,7	116,2	119,5
(3)	8,5	5,8	7,0	7,3	8,7	7,1	7,5	6,9	8,2	4,9

Les résultats que nous obtenons sont identiques à ceux publiés par ALAIS (2), ROOK et CAMPLING (49), SENFT et RAPPEN (55).

La teneur en matières sèches du lait des animaux en première lactation est très légèrement supérieure à celle du lait des vaches plus âgées. Toutefois cette différence n'est pas significative (graphique 2).



Nos résultats correspondent à ceux observés par PARKIE et autres (38), WAITE et autres (67), et ROOK et CAMPLING (49).

4.1.2. - Teneur en matières grasses

Les taux que nous avons mesurés dans le colostrum sont très différents selon les animaux et selon les traites. Les valeurs à la première traite se situent entre un minimum de 12 p.1000 et un maximum de 90 p. 1000. A partir du 4ème jour les teneurs sont beaucoup moins dispersées (valeurs extrêmes 33 p. 1000 et 61 p. 1000).

Tableau 3 - Teneurs moyennes en matières grasses des laits des 17 prélèvements.

(1)	n° de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Teneurs en g p.kg	46,6	49,6	41,7	48,4	44,2	51,0	41,8
(3)	Ecart-types	24,6	20,9	17,0	16,9	11,9	9,1	7,1

(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	40,3	37,9	39,1	39,5	36,6	37,5	38,9	37,0	34,8	34,8
(3)	6,0	3,8	5,7	6,5	5,0	5,6	8,0	3,8	5,0	5,5

Comme chez SENFT et RAPPEN (55) les teneurs moyennes à la première traite ne sont pas les plus élevées. Les taux butyreux sont plus importants dans les laits des 5 traites qui suivent.

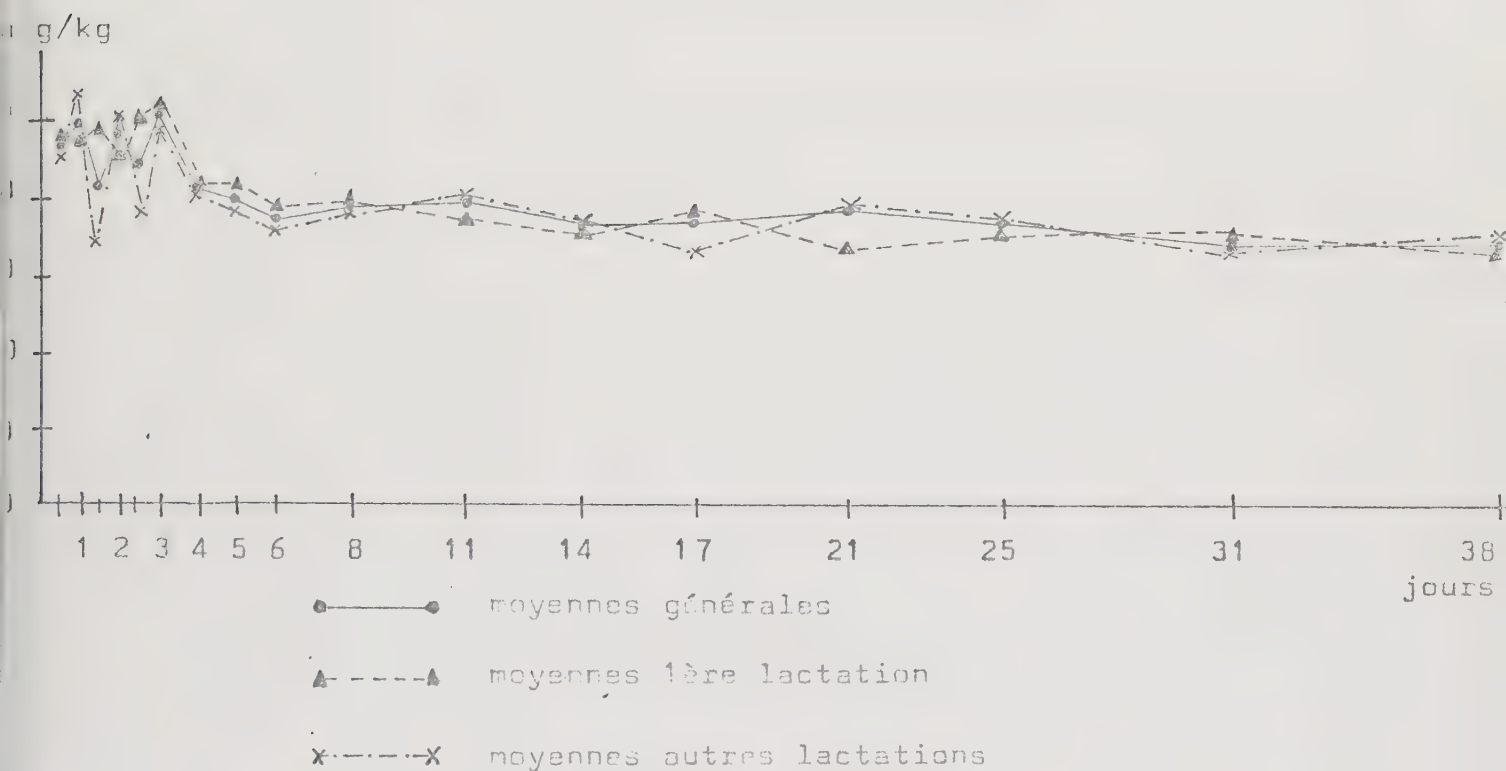
Nos résultats sont très proches des valeurs publiées par DECAEN et autres (16).

Après les 3 premiers jours les variations restent importantes d'un prélèvement à l'autre, mais en moyenne la teneur en matières grasses continue de baisser jusqu'à la fin de la période de mesures.

Au point de vue statistique, l'effet numéro de prélèvement est tout juste significatif.

Chez les animaux en première lactation la teneur moyenne en matières grasses du lait est légèrement supérieure à celle du lait des vaches adultes. Toutefois cette différence n'est pas statistiquement significative. (graphique 3).

Graphique 3 - Evolution des teneurs en moyennes en matières grasses.



Les mesures que nous avons effectuées permettent de noter comme de nombreux auteurs (ROCK, 48 ; WAITE, 66 ; VANSCHOUBROEK, 62 ; PARKIE et autres, 38 ; STEFANOVIC et autres, 58 ; WAITE et autres, 67 ; DECAEN et autres, 16) une influence peu marquée du numéro de lactation sur l'évolution du taux butyreux. Notons toutefois que pour les animaux primipares nous ne remarquons pas comme DECAEN et autres (16) que le taux butyreux atteint sa valeur minimale à la 4ème semaine.

4.1.3. - Teneur en matières azotées

L'effet numéro de prélèvement est hautement significatif ; il rend compte des variations très importantes de la teneur en matières azotées en début de lactation.

Comme de nombreux auteurs (SENFT et RAPPEN, 55 ; ROOK et CAMPLING, 49 ; PARRISH et autres, 39) nous enregistrons des valeurs très élevées dans le colostrum (147 g par kg à la 1ère traite). Ce taux chute très rapidement au cours des premiers jours de production (58 g par kg à la 3ème traite et 40 g par kg au 5ème jour). Après la période colostrale la diminution de la concentration azotée du lait est plus lente. Elle se stabilise à des valeurs minimales dès le 21ème jour (30 g par kg).

Tableau 4 - Teneurs moyennes en matières azotées des laits des 17 prélèvements.

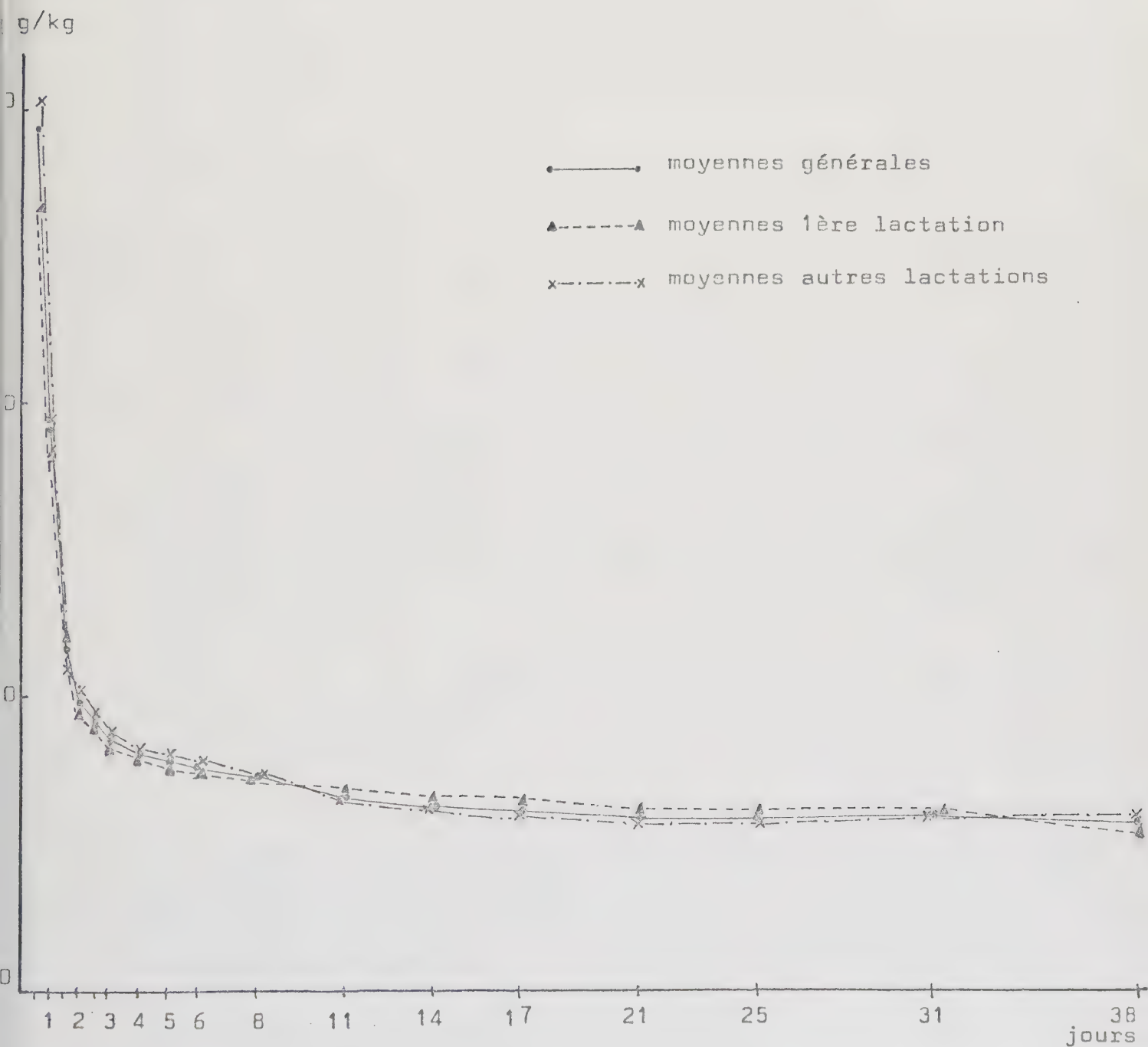
(1)	n°de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Teneurs en g p.kg	147,1	96,3	58,3	49,1	46,2	40,6	40,6
(3)	Ecart-types	43,9	28,4	12,9	6,5	6,0	3,5	3,9

(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	39,9	38,3	36,9	33,8	32,2	31,0	30,3	30,2	30,3	30,2
(3)	4,4	2,2	2,2	2,0	1,6	1,9	2,1	2,8	1,1	2,5

Notons que nous atteignons rapidement le taux le plus faible (3ème semaine) alors que ROOK et CAMPLING (49) et WAITE et autres (67) n'observent les valeurs minimales qu'entre la 5ème et la 7ème semaine. Cette différence renforce nos observations concernant une relative faiblesse des rations consommées. En effet, les carences azotées et les carences énergétiques, d'ailleurs plus fréquentes, se traduisent par une diminution des acides aminés disponibles pour l'élaboration du lait, donc de son taux azoté.

L'analyse statistique de nos mesures ne permet pas de mettre en évidence une différence significative de la teneur azotée du lait en fonction du numéro de lactation. Toutefois comme ROOK et CAMPLING (49), PARKIE et autres (38), STEFANOVIC et autres (58) nous enregistrons des teneurs moyennes légèrement supérieures chez les animaux plus âgés (graphique 4).

Graphique 4 - Evolution des teneurs moyennes en
matières azotées.



4.1.4. - Teneurs en lactose

L'analyse de variance permet de mettre en évidence un effet hautement significatif du numéro de prélèvement sur la concentration en lactose.

Contrairement aux autres constituants de la matière sèche, c'est à la première traite que la teneur est la plus faible (32,2 g par kg). Ce taux augmente rapidement en tout début de lactation (40,5 g par kg à la 3ème traite) puis plus lentement ensuite pour se stabiliser entre 46 et 48 g par kg après la 3ème semaine.

Tableau 5 - Teneurs moyennes en lactose des laits des 17 prélèvements.

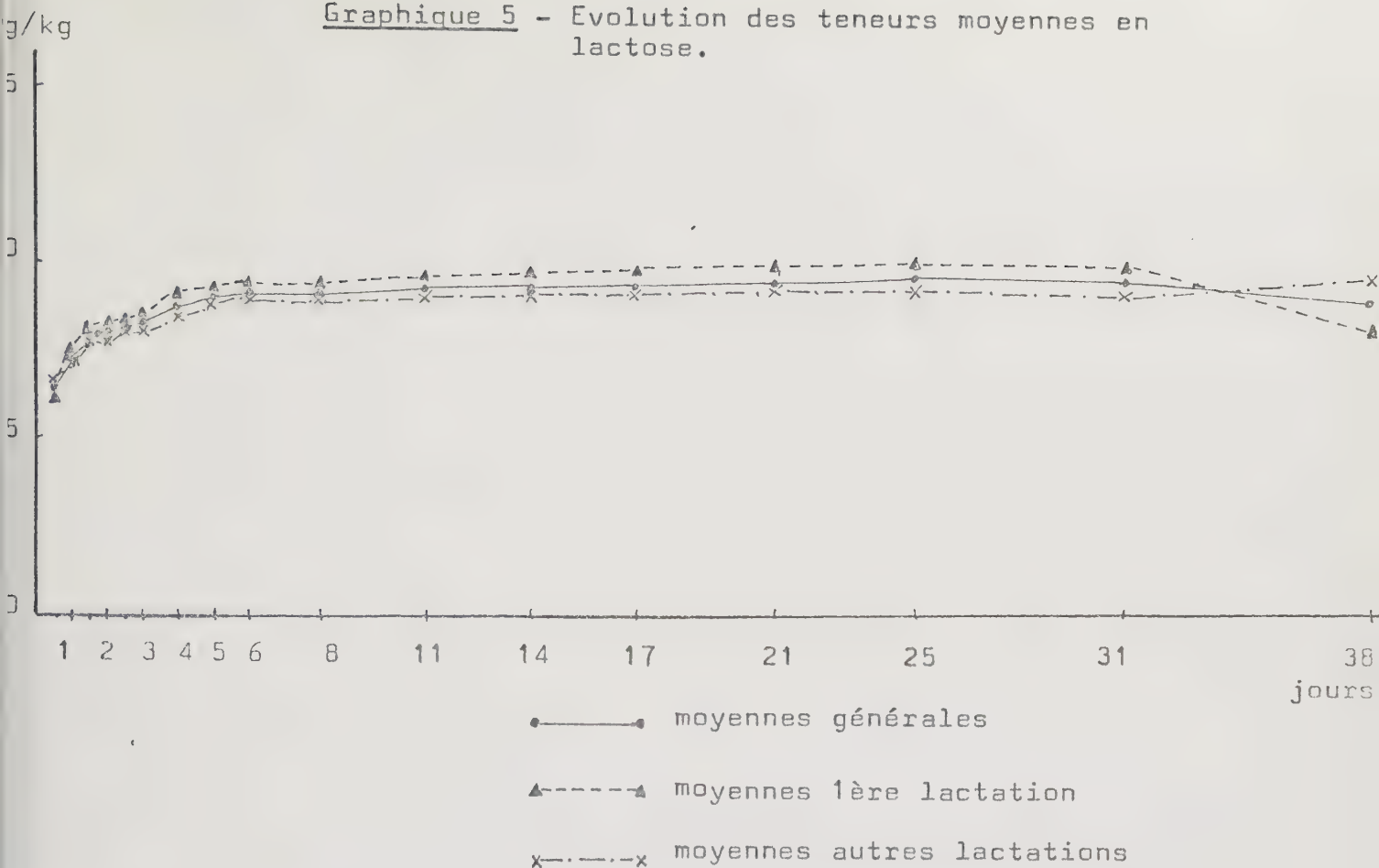
(1)	n°de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Teneurs en g p.kg	32,2	37,6	40,5	40,3	41,3	41,3	44,0
(3)	Ecart-types	2,2	3,7	3,2	4,7	2,5	2,8	0,8

(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	45,3	46,1	45,9	46,9	47,3	47,1	47,9	48,2	45,9	45,6
(3)	1,0	0,4	1,7	2,1	6,0	1,5	3,3	2,1	2,8	5,1

Les valeurs que nous observons sont très proches de celles rapportées par ROOK (48), PARRISH et autres (39), SENFT et RAPPEN (55), WAITE et autres (67), ROOK et CAMPLING (49).

Légèrement plus faible à la première traite chez les animaux jeunes, le taux de lactose devient supérieur à celui des vaches adultes dès la 2ème traite et s'y maintient jusqu'au 30ème jour. Cet effet numéro de lactation est hautement significatif. (graphique 5)

Graphique 5 - Evolution des teneurs moyennes en lactose.



Ces résultats correspondent à ceux publiés par WAITE et autres (67). Ils diffèrent par contre de ceux notés par VANSCHOUBROEK (62) et ROOK et CAMPLING (49) qui observent une augmentation de la teneur en lactose entre la 1ère et la 3ème lactation.

4.2. - Minéraux

4.2.0. - Teneur en cendres

Les différences de teneur en cendres, en fonction du numéro de prélèvement, sont au cours de cette période hautement significatives.

Les variations de la teneur en cendres sont très importantes au cours de la phase colostrale. (tableau 6)

Tableau 6 - Teneurs moyennes en cendres des laits des 17 prélèvements.

(1)	n°de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Teneurs en g p.kg	10,70	9,43	8,89	8,36	8,31	8,21	8,14
(3)	Ecart-types	1,59	1,22	1,05	0,61	0,35	0,29	0,40

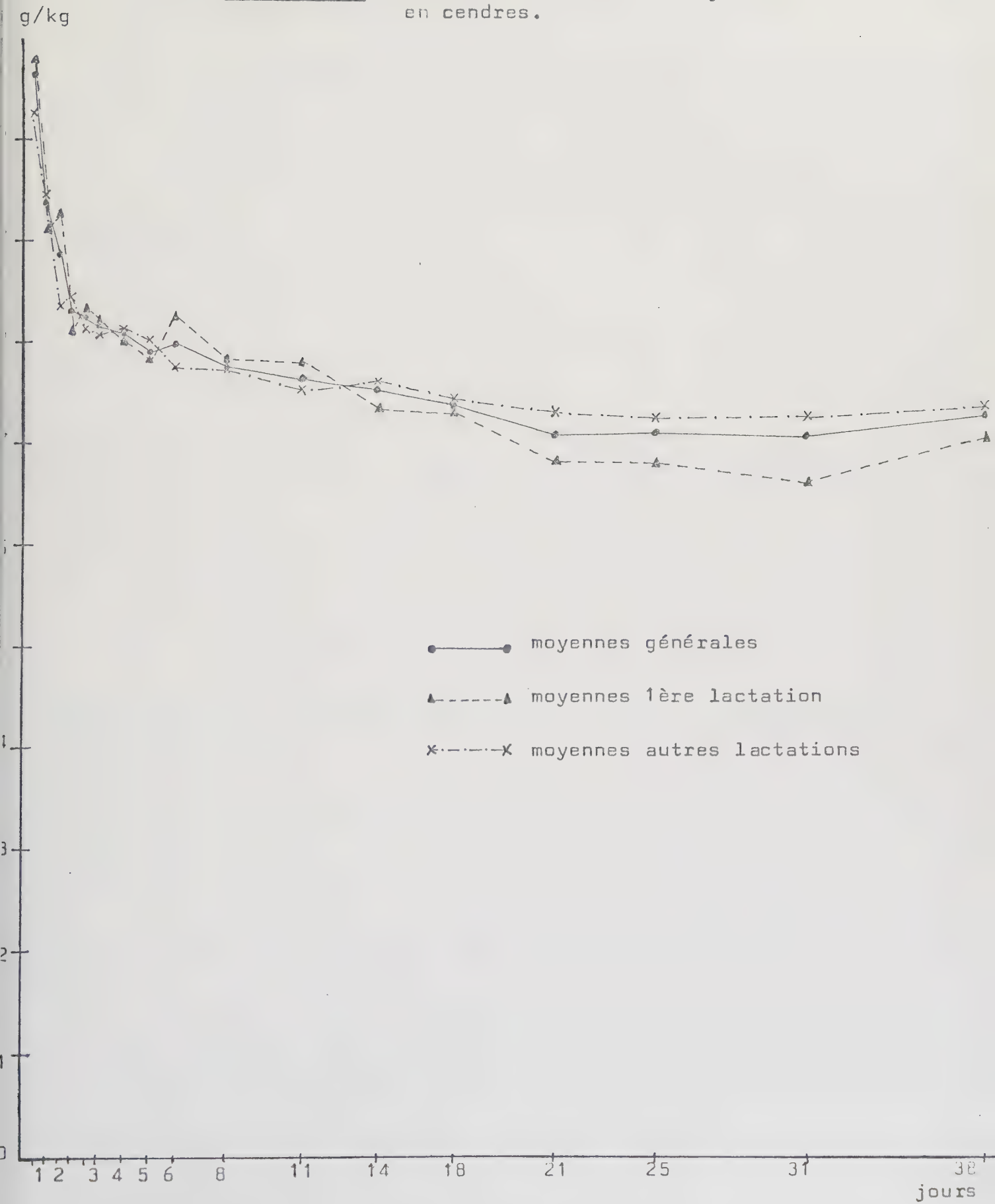
(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	7,95	8,06	7,96	7,72	7,62	7,44	7,16	7,19	7,17	7,42
(3)	0,36	0,63	0,69	0,76	0,34	0,48	0,42	0,36	0,53	0,42

Les valeurs que nous obtenons au cours de cette période sont légèrement plus faibles (6 à 10 p. 100) que celles publiées par SENFT et RAPPEN (55) et MAYER (35) .

Ces teneurs en cendres continuent à diminuer, mais plus lentement pour atteindre, des concentrations comprises entre 7 g et 7,5 g par kg dès la fin de la 2ème semaine. Ces teneurs sont sensiblement identiques à celles publiées par PARRISH et autres (39), GUEGUEN (21), SENFT et RAPPEN (55), RODRIGUES et autres (47).

Entre les animaux en première lactation et les animaux plus âgés, les différences de teneurs en cendres du lait ne sont pas significatives. (graphique 6)

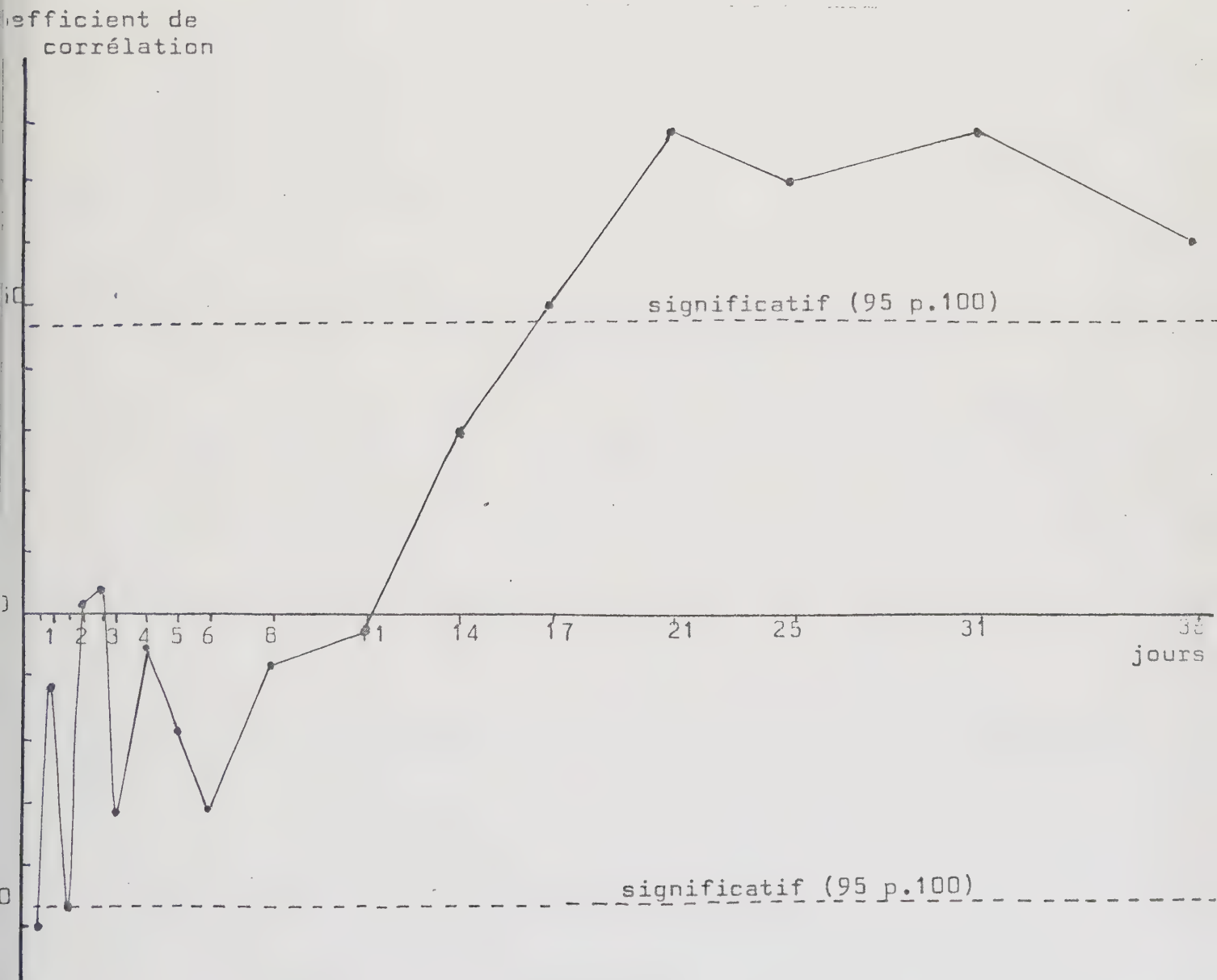
Graphique 6 - Evolution des teneurs moyennes en cendres.



Ces observations sont confirmées par GUEGUEN (21) qui ne note aucune différence de teneur en cendres du lait en fonction de l'âge des animaux.

Nous avons calculé pour chaque prélèvement le coefficient de corrélation entre la teneur en cendres et la quantité de lait.

Graphique 7 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en cendres et les quantités produites.



Les coefficients de corrélation sont négatifs jusqu'au 11ème jour et positifs ensuite. Ils sont significatifs à la 1ère et à la 3ème traite et à partir du 17ème jour.

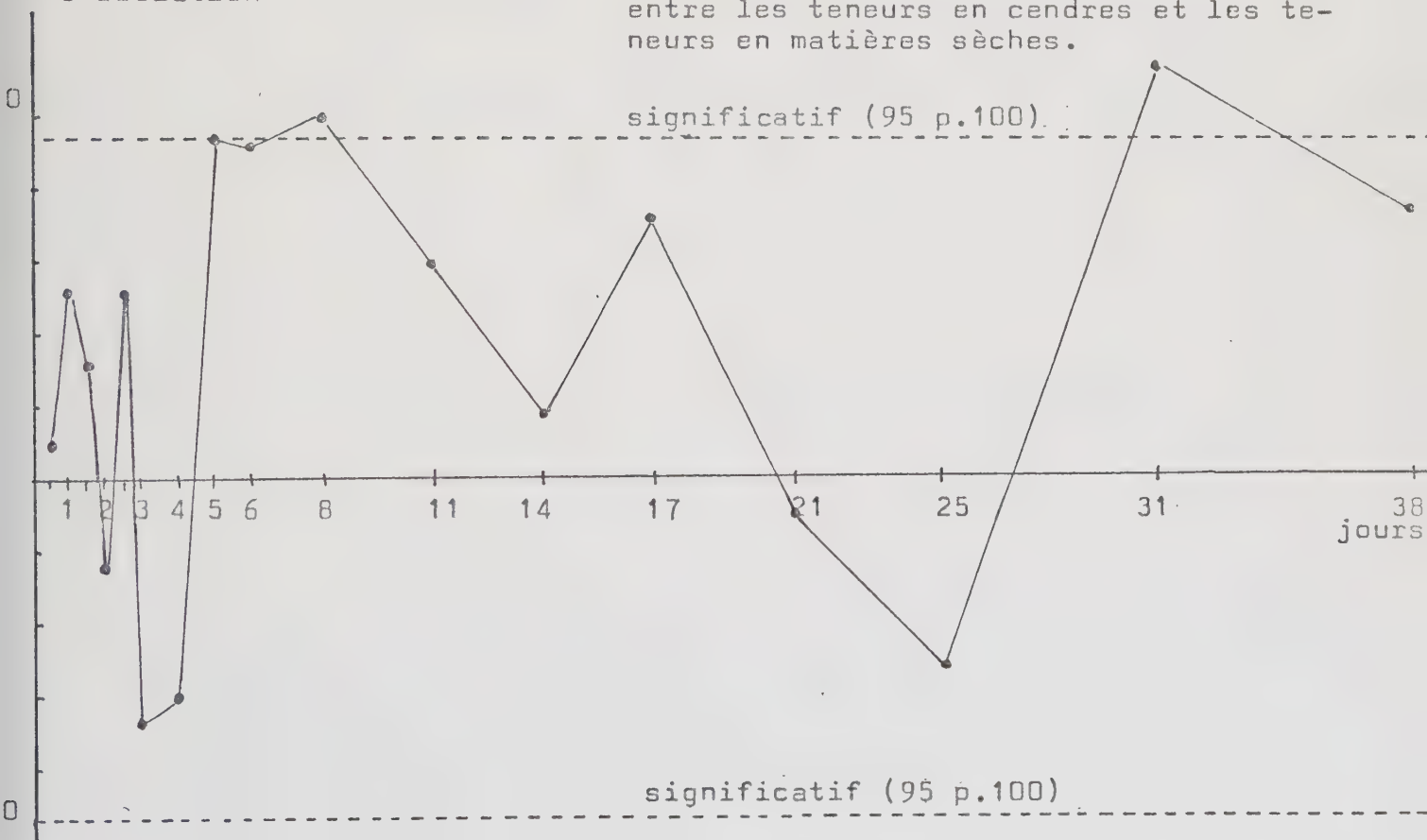
Plus la production est importante en tout début de la lactation, moins le colostrum est riche en minéraux. Il serait intéressant d'étudier l'influence de ces variations sur la nutrition minérale du jeune veau.

Après la 2ème semaine de lactation, lorsque la richesse minérale du lait devient "normale", la teneur en cendres semble augmenter en même temps que le niveau de production.

Les coefficients de corrélation entre la teneur en cendres et la teneur en matières sèches sont positifs pour la plupart des prélèvements. Toutefois l'importance de leurs variations d'un prélèvement à l'autre et, le fait que peu d'entre eux sont statistiquement significatifs ne permettent pas de tirer des conclusions certaines.

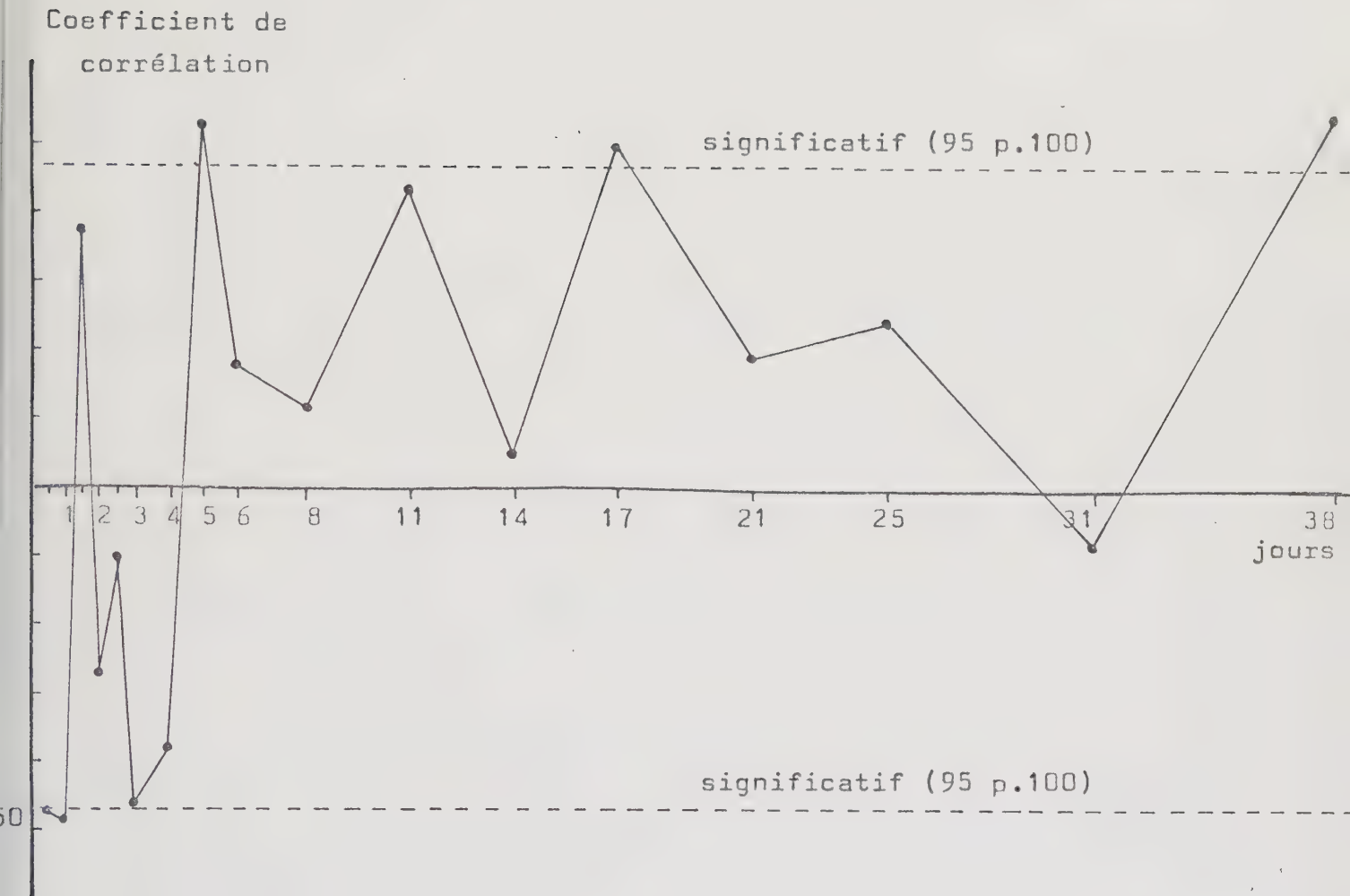
efficient de
corrélation

Graphique 8 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en cendres et les teneurs en matières sèches.



Entre les teneurs en cendres et celles en matières grasses les coefficients de corrélation changent de signe au 5ème jour. De négatifs pendant la phase colostrale, ils deviennent positifs ensuite. Moitié d'entre eux sont proches ou au-delà du seuil de signification (95 p.100).

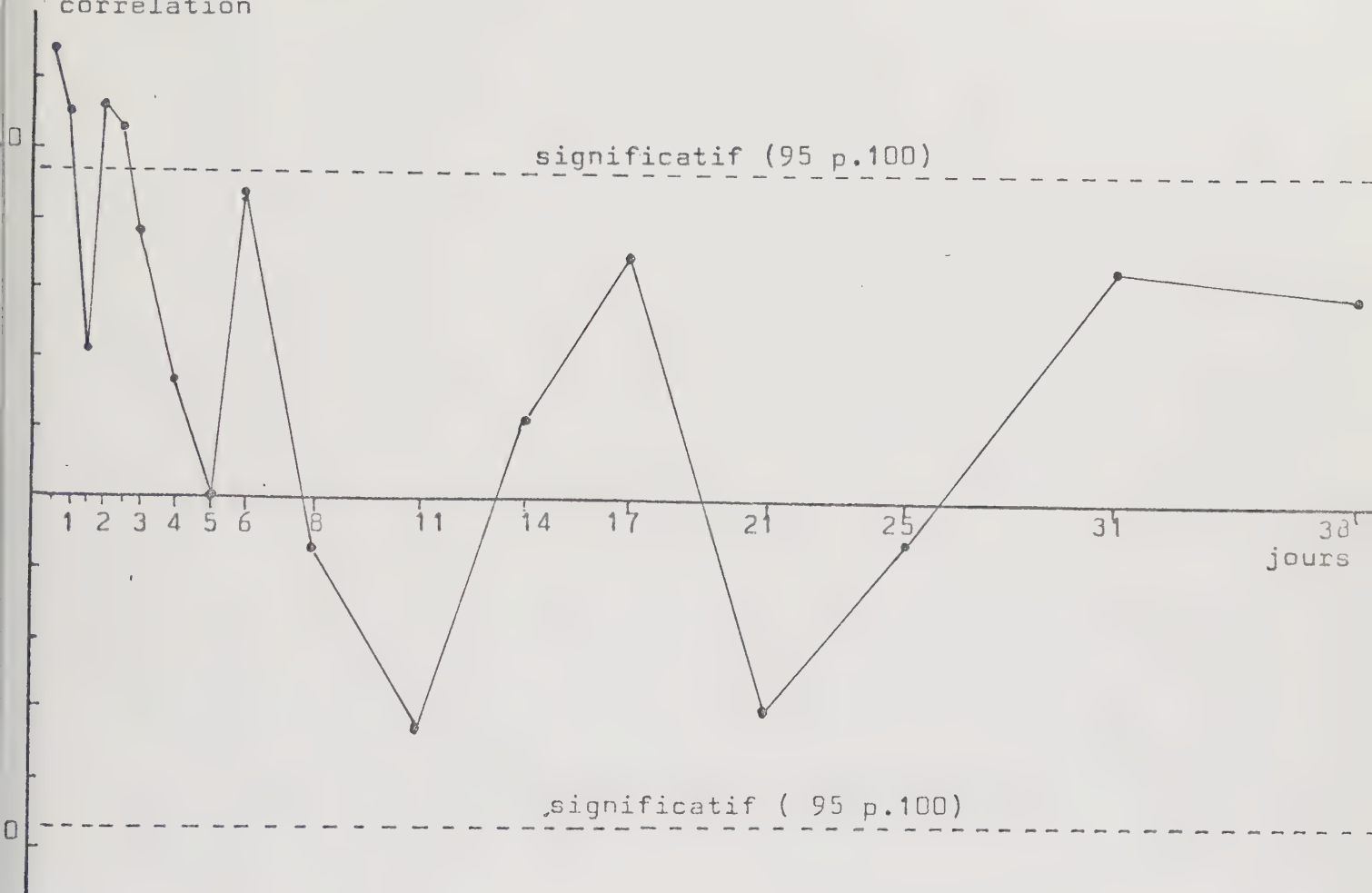
Graphique 9 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en cendres et les teneurs en matières grasses.



Entre les teneurs en cendres et celles en matières azotées les corrélations sont bonnes et significatives pendant les toutes premières traites. Par la suite les coefficients sont tantôt positifs et tantôt négatifs sans être jamais significatifs, ce qui ne permet pas de donner un sens à la liaison. (graphique 10).

Graphique 10 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en cendres et les teneurs en matières azotées.

efficient de corrélation



4.2.1. - Teneurs en calcium

Les différences de teneurs en calcium du lait en fonction du numéro de prélèvement sont, au cours des 6 premières semaines, hautement significatives.

Les taux de calcium que nous observons dans le colostrum (1740 mg par kg le 1er jour et 1325 mg par kg le 2ème jour) se situent entre les valeurs publiées par SENFT et RAPPEN, 55, (1980 mg et 1305 mg) ; celles de KOVACHEV, (27) (1880 mg et 1570 mg) et celles de ROOK et CAMPLING, (49), (1700 mg et 1100 mg). (tableau 7).

Tableau 7 - Teneurs moyennes en calcium des laits des
17 prélèvements

(1)	n° de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Teneurs en mg par kg	1846	1637	1379	1272	1294	1268	1285
(3)	Ecart-types	337	277	170	129	151	112	85
(4)	Coeff. de varia- tions	0,18	0,16	0,12	0,10	0,11	0,08	0,07

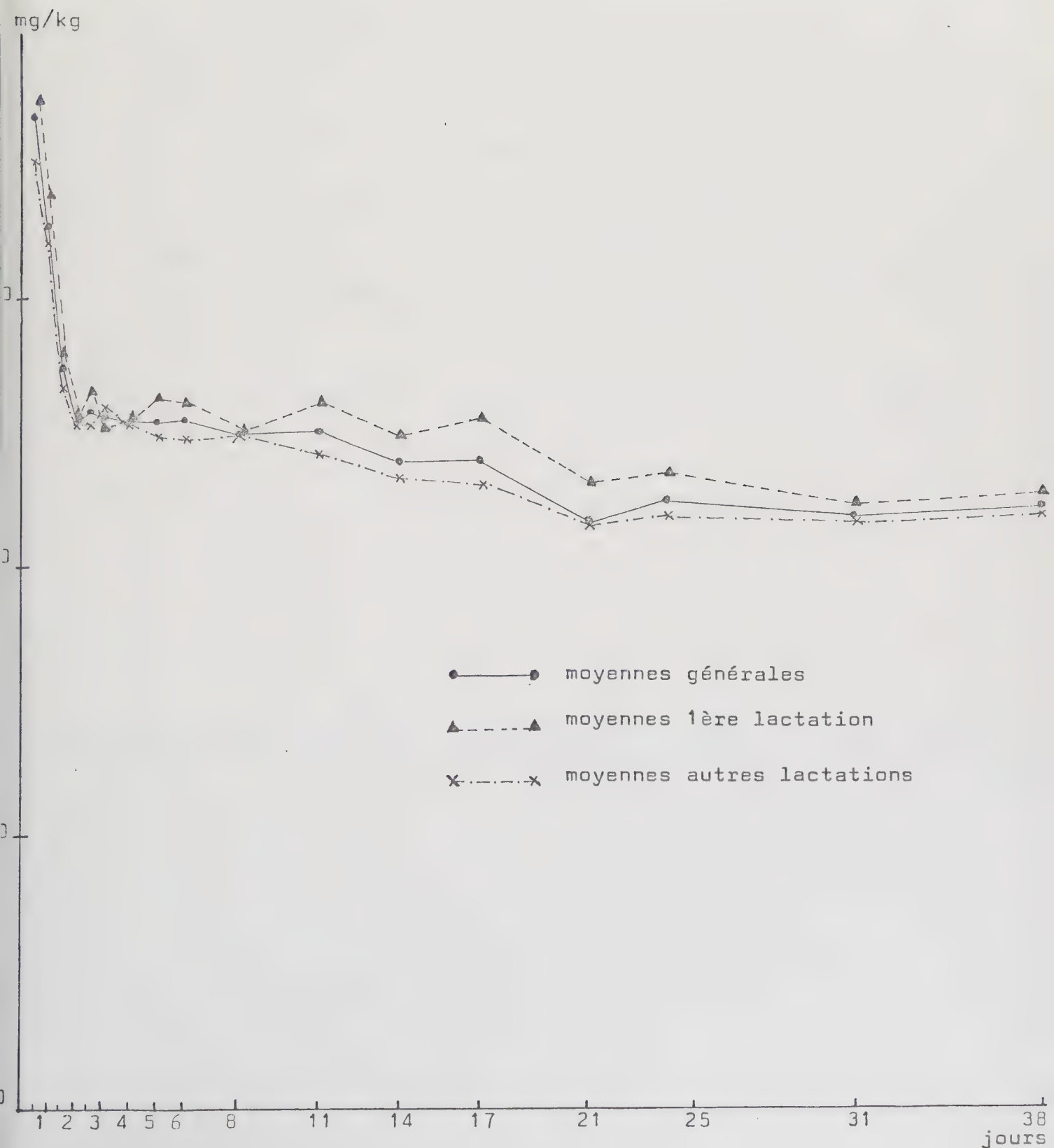
(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	1274	1269	1259	1262	1202	1210	1095	1137	1105	1126
(3)	146	130	95	122	100	92	187	131	164	152
(4)	0,11	0,10	0,07	0,09	0,08	0,08	0,17	0,11	0,14	0,13

Les coefficients de variations élevés aux premières traites baissent au cours de la phase colostrale pour atteindre une valeur minimale au 4ème jour. Ensuite le coefficient de variation évolue entre 7 et 17 p. 100, et semble augmenter en fin de période expérimentale. Nous remarquons donc qu'entre les individus la dispersion des teneurs en calcium est aussi importante dans le lait que dans le colostrum.

Après la période colostrale, caractérisée par une décroissance rapide de la teneur en calcium, cette teneur continue à baisser, mais beaucoup plus lentement (1270 mg par kg le 8ème jour). A partir de la 3ème semaine le taux de calcium se stabilise entre 1100 et 1200 mg par kg. Les valeurs minimales que nous observons, toujours supérieures à 1 g par kg, sont identiques à celles publiées par FISHER et autres, 19, (1106 à 1200 mg par kg) et ROOK et CAMPLING, 49 (1100 à 1150 mg par kg). Ces valeurs sont par contre légèrement inférieures à celles observées par KOVACHEV, 27, (1390 mg par kg) AURIOL et MOCQUOT, 7, (1160 à 1250 mg par kg) et supérieures à celles notées par SENFT et RAPPEN, 55, (940 à 1000mg par kg).

Les teneurs en calcium des laits des animaux jeunes sont significativement supérieures à celles des laits des animaux plus âgés. Le faible écart (6 p.100 en moyenne) lié à l'âge des animaux est cependant observé sur la plupart des prélèvements.

Graphique 11 - Evolution des teneurs moyennes en calcium



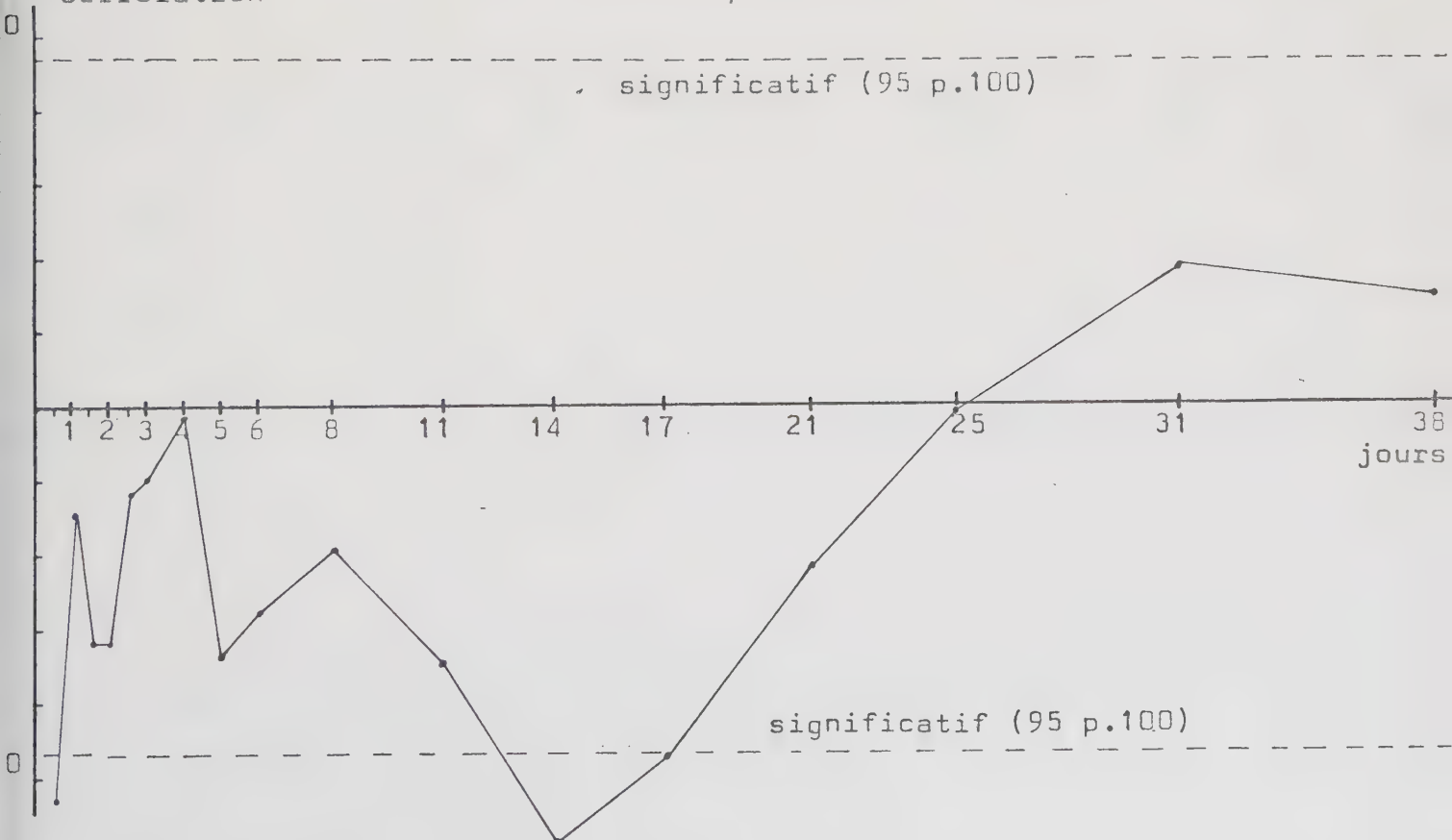
Nos résultats évoluent dans le même sens que ceux publiés par AURIOL et MOCQUOT (7) mais qui, eux, avaient mesuré les écarts sur l'ensemble de la lactation : c'est-à-dire dans des conditions très différentes. Ceux-ci étaient d'ailleurs nettement plus faibles et non significatifs (1164 mg par kg en 1ère lactation et 1149 mg par kg en 4ème lactation).

Nos mesures sont cependant en contradiction avec les observations de GUEGUEN (21) qui souligne la constance de la teneur en calcium quel que soit l'âge des animaux et ROOK et CAMPLING (49) qui rendent compte de teneurs environ 10 p. 100 plus faibles chez les animaux en 1ère lactation.

Les coefficients de corrélation entre la teneur en calcium et la quantité de lait produite à chacun des prélèvements sont négatifs pour la plupart d'entre eux sauf en fin de période expérimentale. Ici encore peu d'entre eux atteignent le seuil de signification.

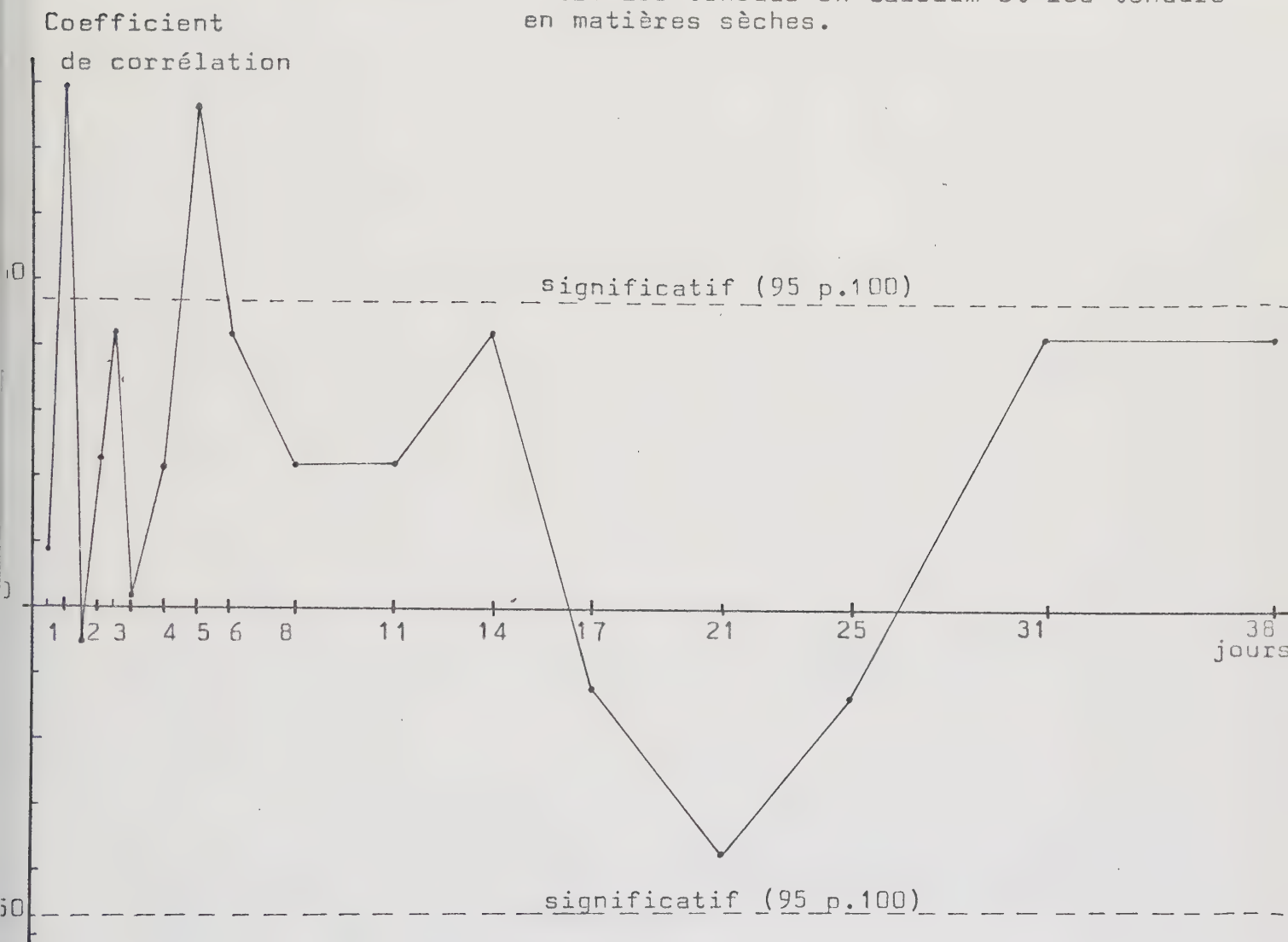
Graphique 12 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en calcium et les quantités produites.

Coefficient de corrélation



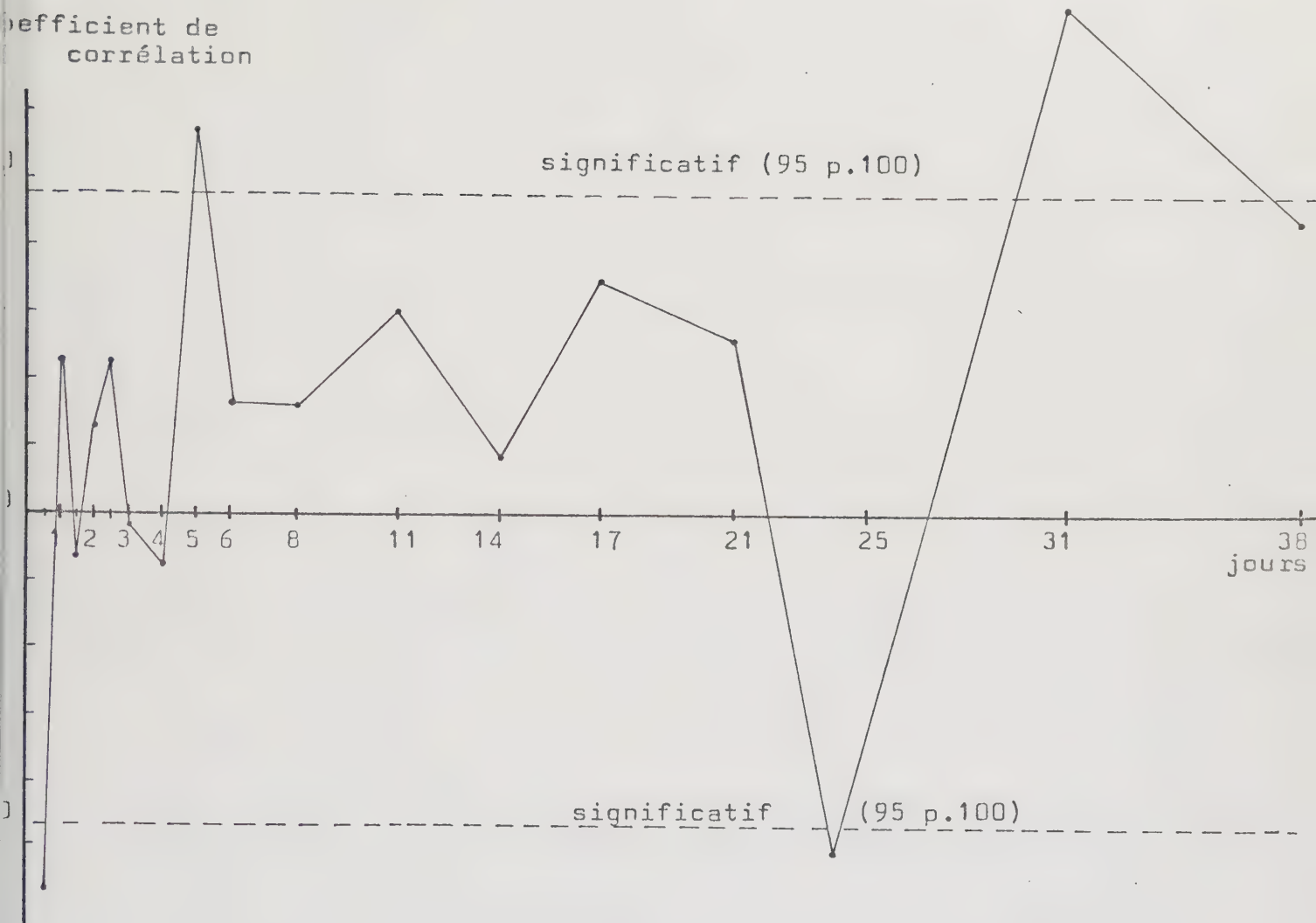
En ce qui concerne les coefficients de corrélation entre les teneurs en calcium et celles en matières sèches, il n'est pas non plus possible de tirer des conclusions car la plupart des coefficients ne sont pas significatifs. La liaison semble plutôt positive.

Graphique 13 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en calcium et les teneurs en matières sèches.



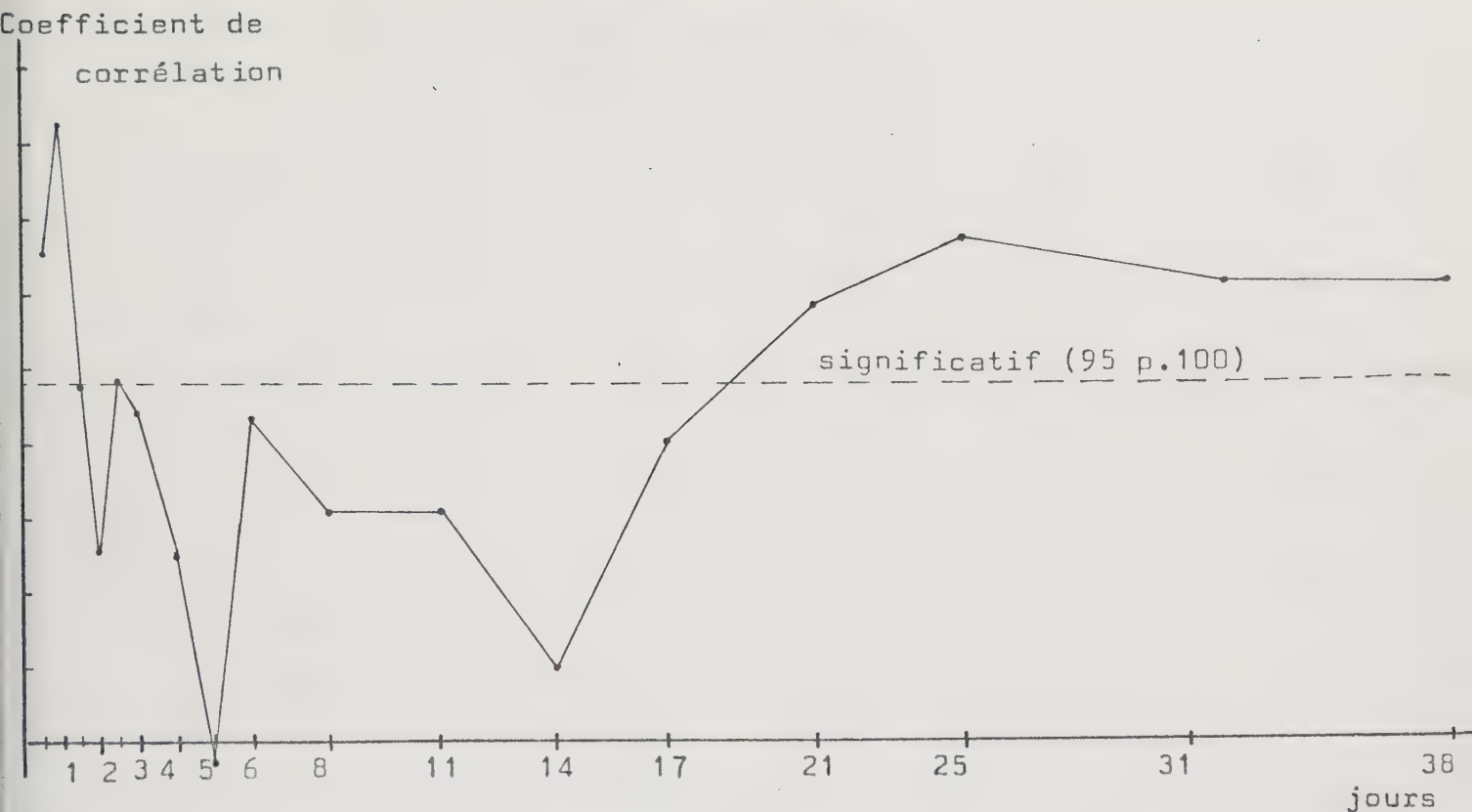
Entre les teneurs en calcium et celles en matières grasses les liaisons ne sont pas plus évidentes que celles observées pour la matière sèche. (graphique 14)

Graphique 14 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en calcium et les teneurs en matières grasses.



Entre le calcium et les matières azotées le coefficient de corrélation est toujours positif. Cette relation a souvent été mise en évidence par de nombreux auteurs, GUEGUEN (21), ALAIS (2), ROBERTSON (45). (graphique 15).

Graphique 15 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en calcium et les teneurs en matières azotées.



Le coefficient de corrélation est significatif pendant la phase colostrale et à partir de la 3ème semaine de la lactation.

Très élevé aux premières traites il diminue rapidement. Cette diminution peut être attribuée à une chute plus rapide de la teneur en protéines que de la teneur en calcium pendant cette période. En effet, le calcium est organiquement lié à la fraction "caséine" et pendant la période colostrale la teneur en caséine diminue plus lentement que le taux des autres constituants azotés (ROOK et CAMPLING, 49) . (tableau 7)

Tableau 7 - Variations des teneurs en calcium, matières azotées et caséine au cours des 5 premiers jours de la lactation

Stade de lactation	Teneur en calcium	Teneur en MAT en g/kg (1)	Teneur en caséine en g/kg (2)	Rapport Ca/MAT en p.100	Rapport Ca/caséine en p.100
1ère traite	1,84	147	54,2	1,2	3,4
2ème traite	1,64	96	41,5	1,5	3,9
3ème traite	1,38	58	35,1	2,4	3,9
4ème traite	1,27	49	33,2	2,6	3,8
5ème traite	1,29	46	32,6	2,8	3,9
6ème traite	1,29	42	31,3	3,0	4,0
4ème jour	1,28	40	31,9	3,2	4,0
5ème jour	1,27	39	30,6	3,3	4,1

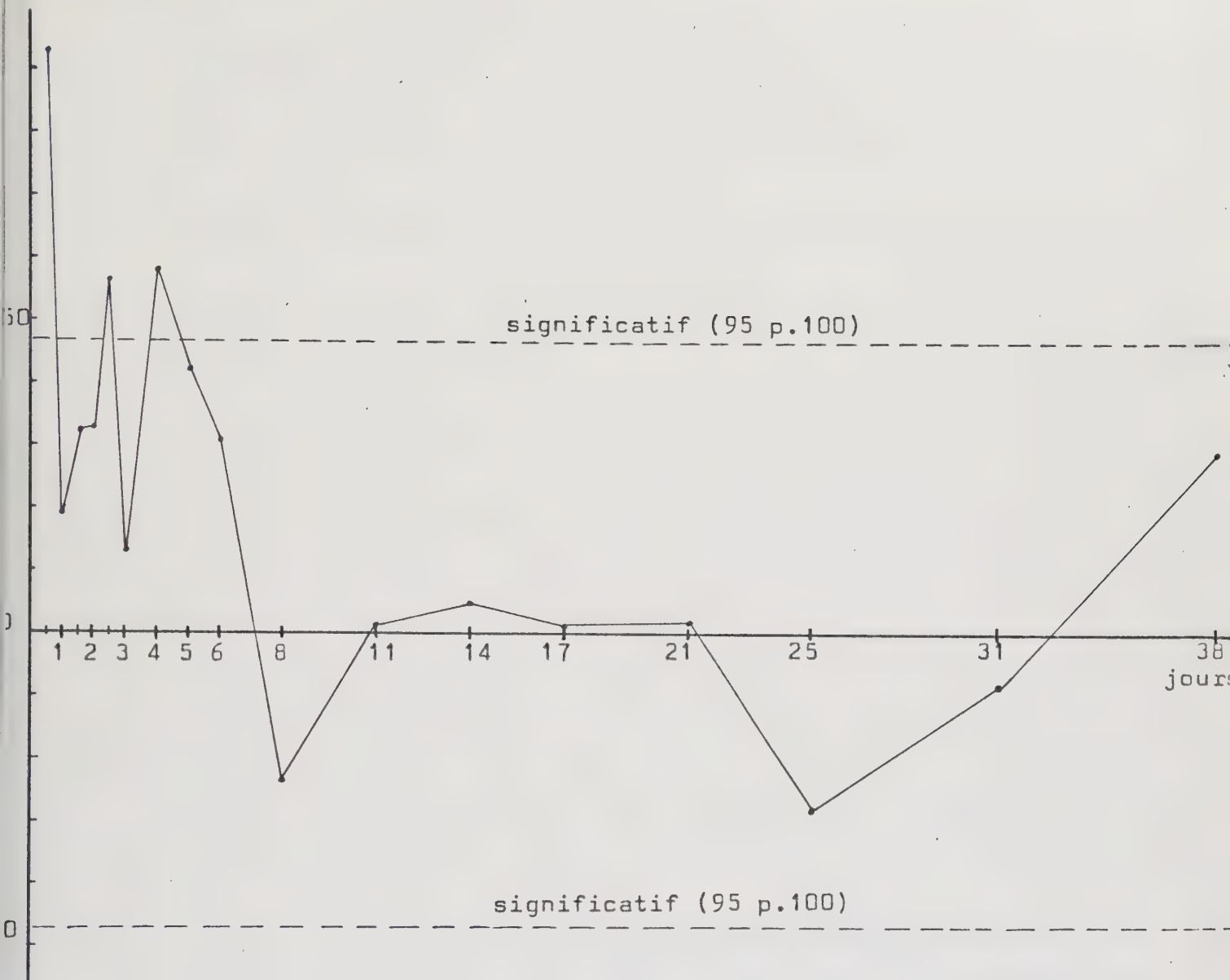
(1) Nos résultats

(2) Selon ROOK et CAMPLING (49)

Entre les concentrations en cendres et en calcium, l'évolution des coefficients de corrélation au cours des différents prélèvements met en évidence une liaison positive au cours de la première semaine de production, le calcium représentant 15 à 17 p.100 des minéraux totaux. Ensuite les coefficients de corrélation sont tantôt positifs tantôt négatifs, mais ne sont jamais significatifs. Nous n'observons pas au cours de cette période l'évolution parallèle des teneurs en cendres et des teneurs en calcium enregistrée par GUEGUEN (21). (graphique 16)

Graphique 16 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en calcium et les teneurs en cendres.

Coefficient de
corrélation



4.2.2. - Teneurs en magnésium

Au cours des 6 premières semaines de production, les différences de teneur en magnésium du lait en fonction du numéro de prélèvement, sont hautement significatives.

Le taux de magnésium du colostrum est 2 fois plus important que celui du lait normal. Les valeurs que nous obtenons (242 mg par kg le 1er jour et 141 mg par kg le 2ème jour) sont du même ordre que celles publiées par MAYER (35) et GUEGUEN (21) : 2 à 3 fois plus de magnésium dans le colostrum que dans le lait,

mais plus faibles que celles rapportées par SENFT et RAPPEN -290 mg et 242 mg - (55).

Après la période colostrale où la concentration en magnésium diminue rapidement, les teneurs continuent à baisser, mais plus lentement, jusqu'à la 3ème semaine ; elles se stabilisent alors jusqu'en fin de période expérimentale .

Tableau 8 - Teneurs moyennes en magnésium des laits des 17 prélèvements.

(1)	n°de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Teneurs en mg par kg	275	209	153	129	120	117	113
(3)	Ecart-types	97	62	46	25	21	15	13
(4)	Coeff. de va- riation	0,35	0,29	0,13	0,19	0,17	0,12	0,11

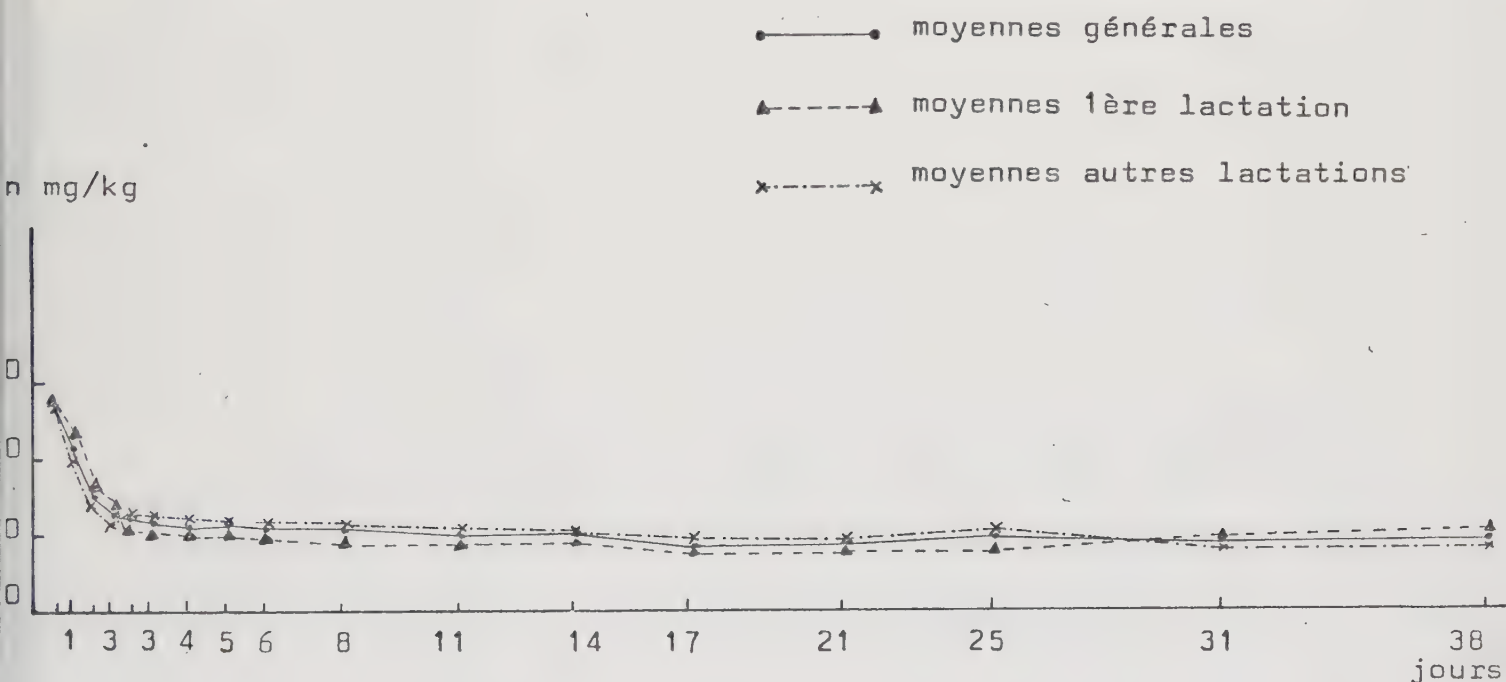
(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	109	105	102	100	96	90	84	92	91	91
(3)	14	10	11	10	8	7	15	10	14	11
(4)	0,12	0,09	0,10	0,10	0,08	0,07	0,17	0,11	0,15	0,12

Les valeurs minimales que nous observons inférieures à 100 mg par kg, sont plus faibles que celles enregistrées aux mêmes stades de lactation par SENFT et RAPPEN -120 mg par kg -(55) et FISHER et autres - 133 mg par kg - (19).

Les coefficients de variations très élevés aux premières traites diminuent assez rapidement au cours de la 1ère semaine et se stabilisent autour de 10 p.100. Ici encore nous remarquons au cours de la phase colostrale, une dispersion importante des valeurs entre les animaux.

Entre les primipares et les animaux plus âgés les différences de teneurs en magnésium du lait ne sont pas significatives. Toutefois, il semble au cours des 4 premières traites que la concentration en magnésium du lait des jeunes soit légèrement plus élevée (7 p.100). Ensuite les teneurs baissent un peu plus lentement chez les animaux âgés et restent supérieures à celles des laits des animaux en première lactation jusqu'au début de la 5ème semaine de production.

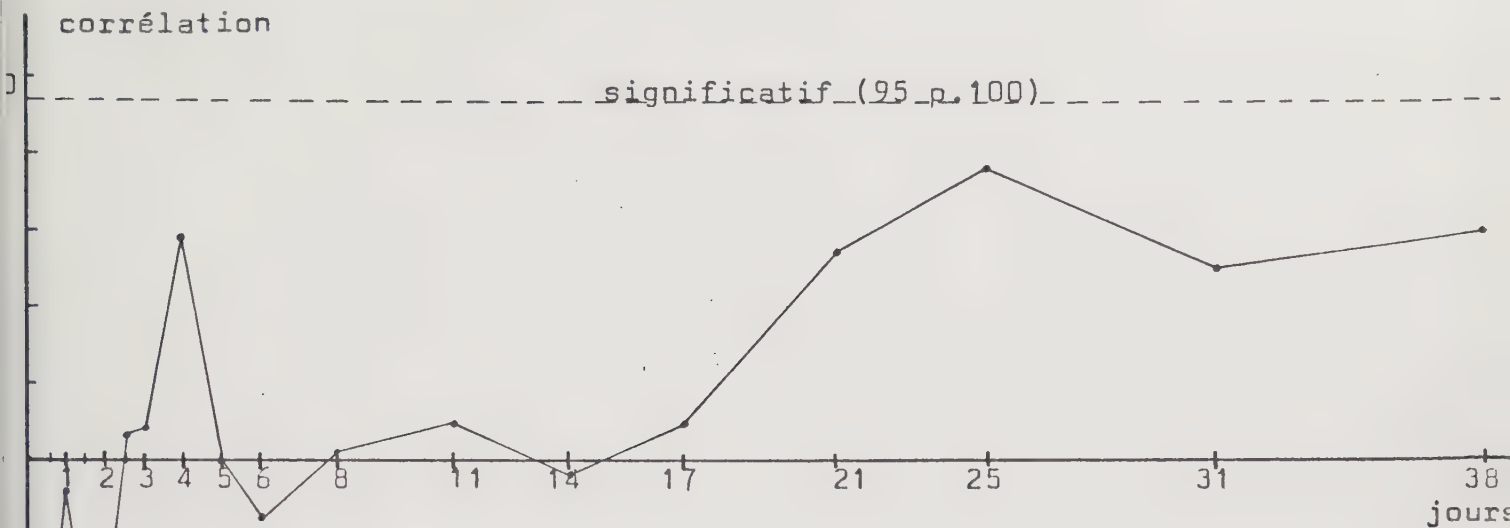
Graphique 17 - Evolution des teneurs en magnésium



Entre le taux de magnésium et les quantités produites les coefficients de corrélation sont négatifs jusqu'au 8ème jour. Ensuite la relation devient positive et augmente avec le numéro de prélèvement pour devenir nettement positive après la 3ème semaine. Toutefois aucun coefficient de corrélation n'atteint le seuil de signification (95 p.100). (graphique 18)

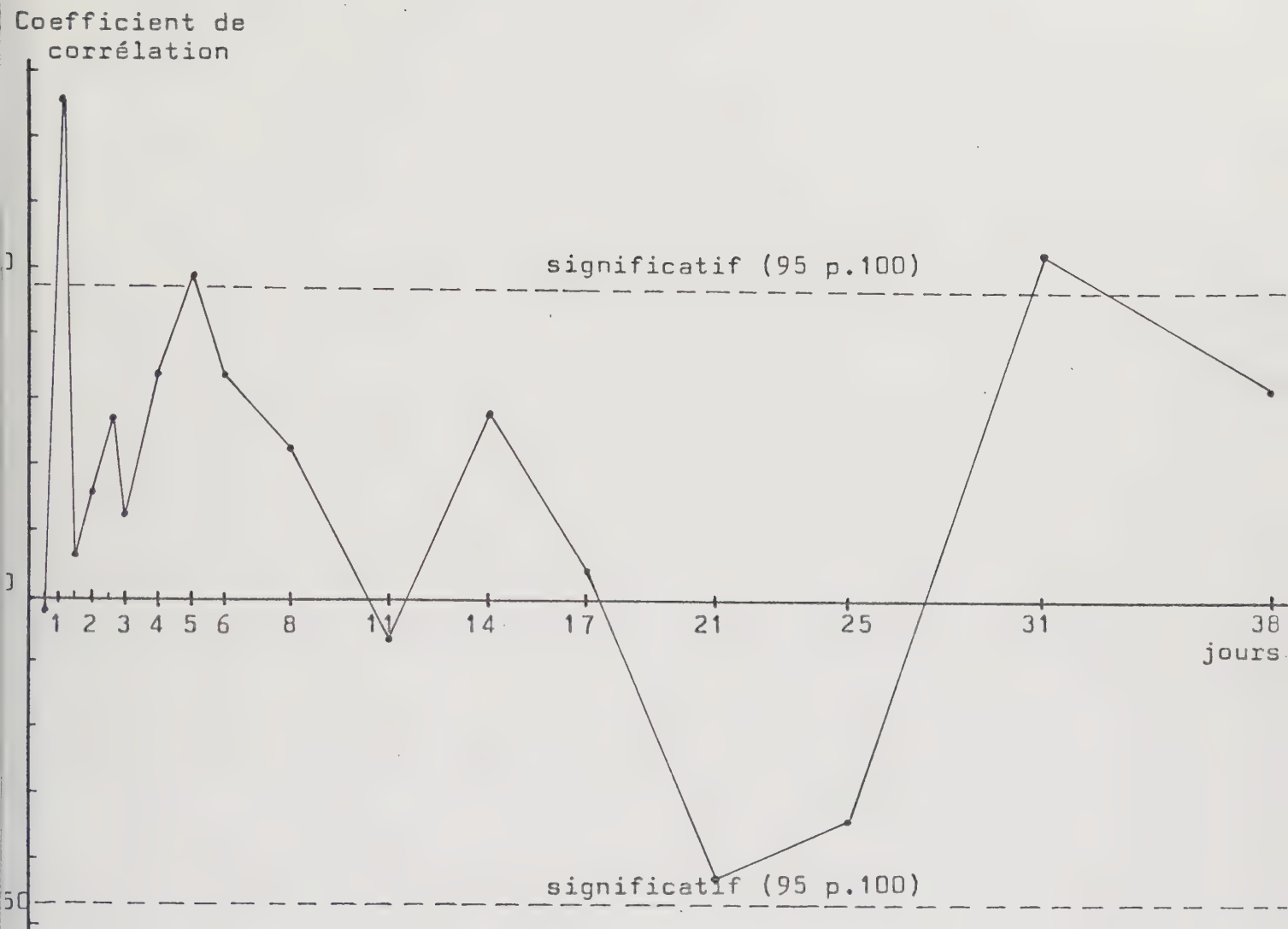
Graphique 18 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en magnésium et les quantités de lait produites.

fficient de
corrélation



Entre les teneurs en magnésium et en matière sèche les coefficients de corrélation sont assez fluctuants. Ils sont souvent positifs sauf au cours de la 4ème semaine de production et 3 mesures seulement sont significatives. (graphique 19).

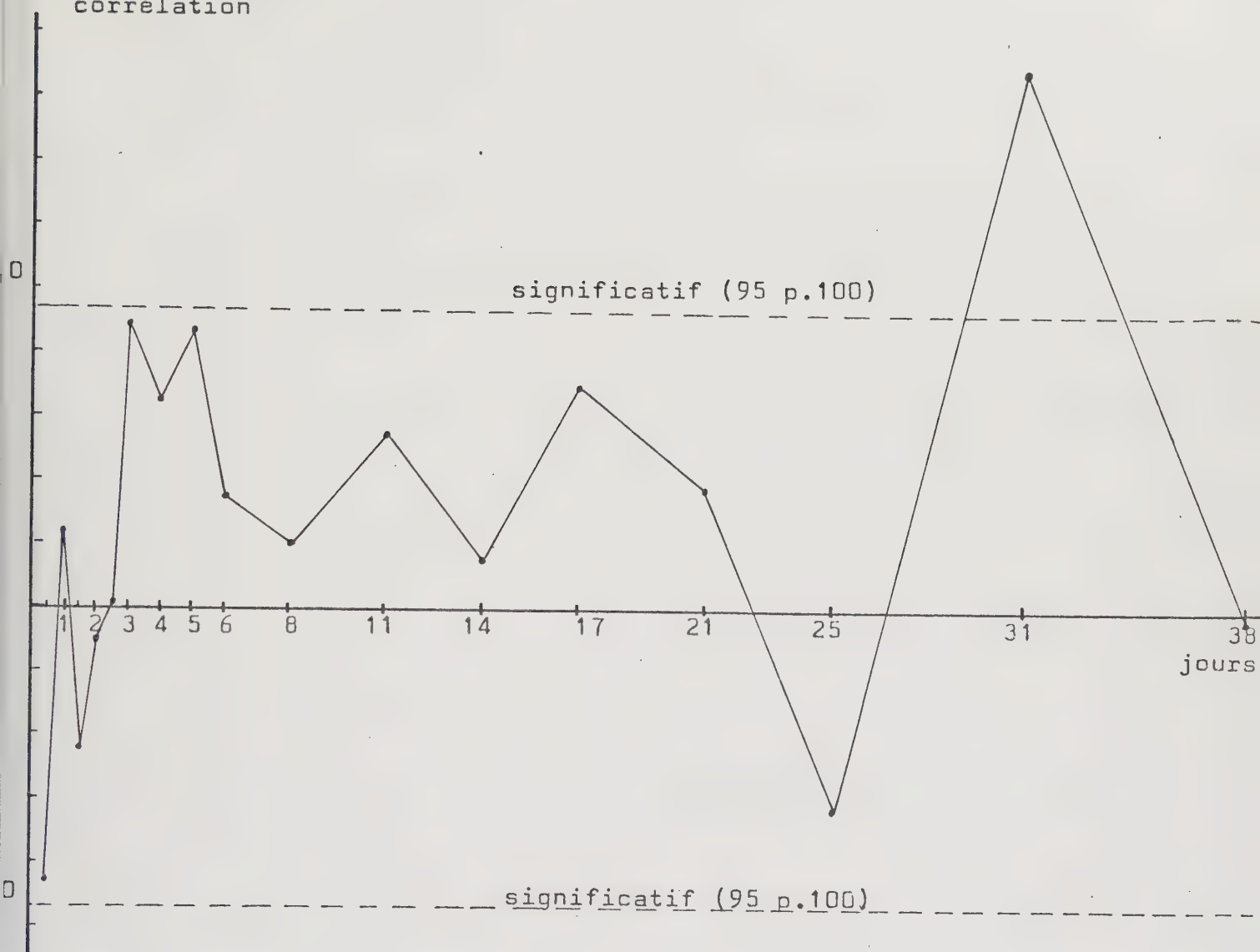
Graphique 19 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en magnésium et les teneurs en matières sèches.



Entre le taux butyreux et le taux de magnésium nous n'observons pas non plus de liaison très nette. Les coefficients de corrélation sont négatifs au début de la période colostrale où la diminution des teneurs en magnésium est beaucoup plus rapide que celle en matières grasses. Après le 2ème jour la relation devient positive jusqu'en fin de 3ème semaine. En fin de période expérimentale la relation est très fluctuante. Un seul résultat est significatif. (graphique 20).

Graphique 20 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en magnésium et les teneurs en matières grasses.

Coefficient de
corrélation

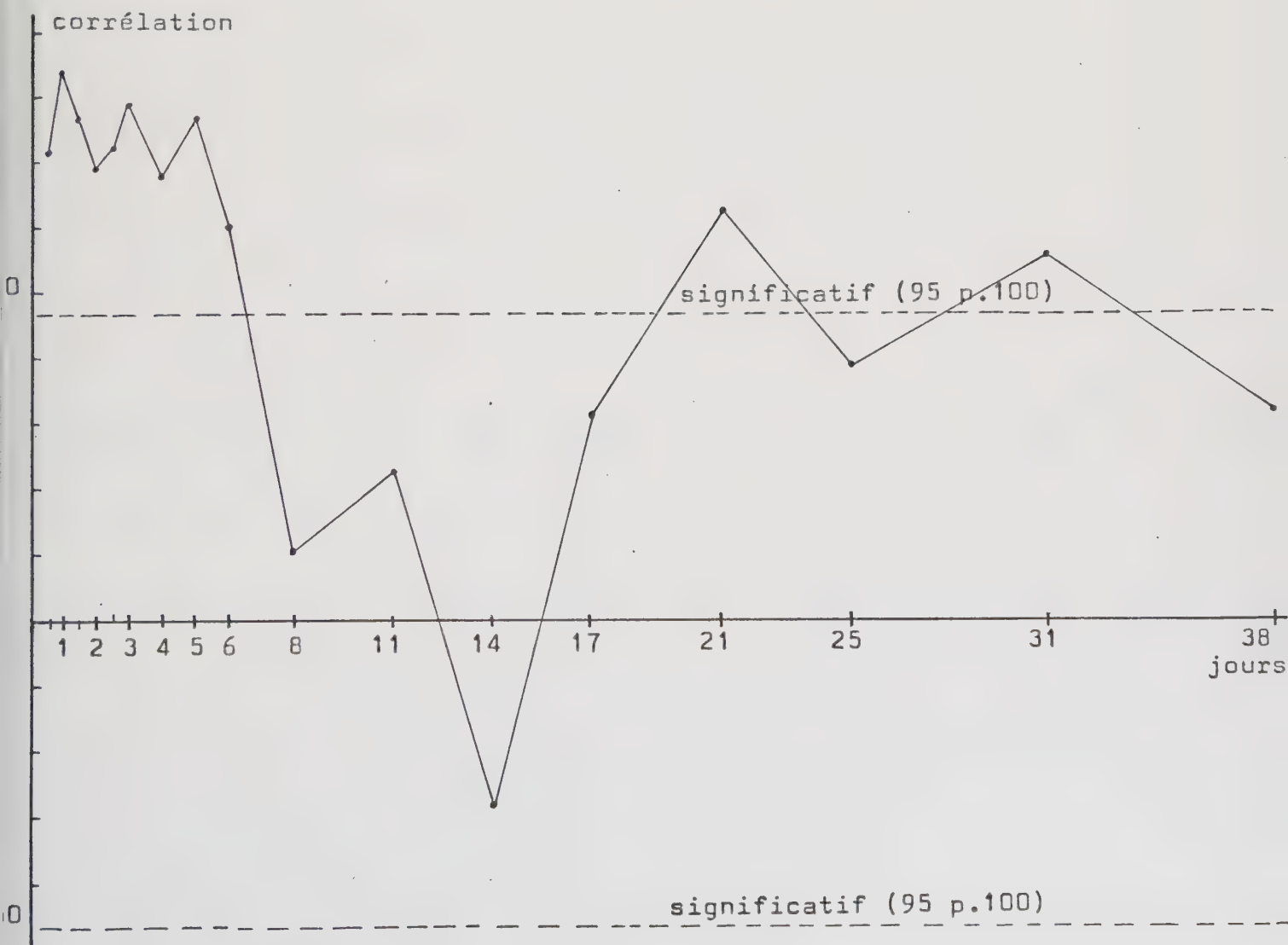


Comme pour le calcium la relation entre le magnésium et les protéines est en général positive. Pendant la phase colostrale les coefficients de corrélation sont hautement significatifs. Au cours de la 2ème semaine, la liaison est moins évidente. Ensuite la relation est à nouveau positive avec 2 prélèvements supérieurs au seuil de signification.

Cette observation semble confirmer que, comme pour le calcium, une fraction de magnésium se trouve liée aux protéines sous forme colloïdale (ALAIS, 2).

Graphique 21 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en magnésium et les teneurs en matières azotées.

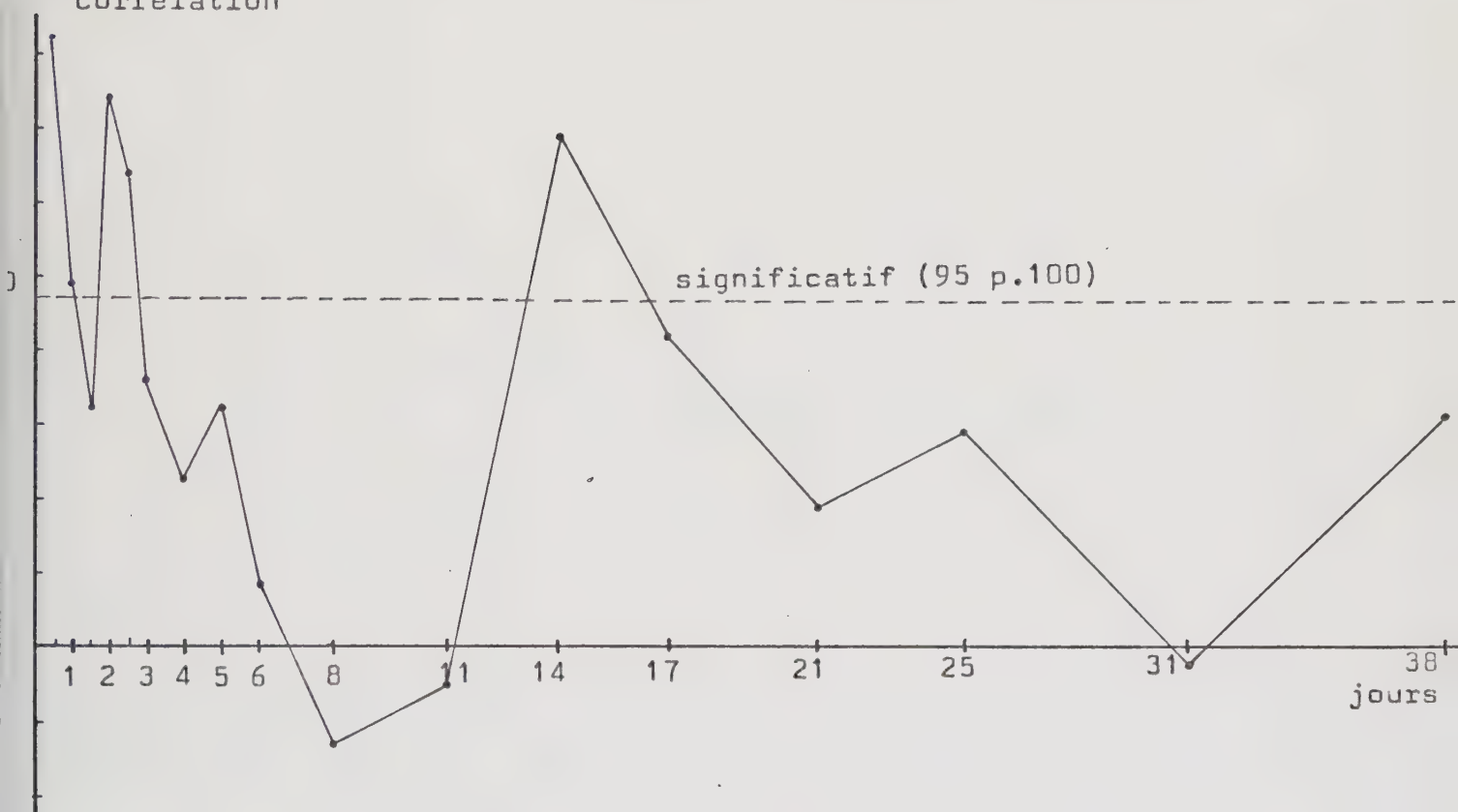
Efficient de
corrélation



Entre les teneurs en cendres et en magnésium l'évolution des coefficients de corrélation montre une relation généralement positive. Au cours de la phase colostrale les coefficients de corrélation sont souvent significatifs mais ils diminuent rapidement en fin de 1ère semaine et deviennent négatifs aux prélèvements des 8ème et 11ème jours. En fin de 2ème semaine ils redeviennent positifs et le restent presque en fin de période expérimentale.

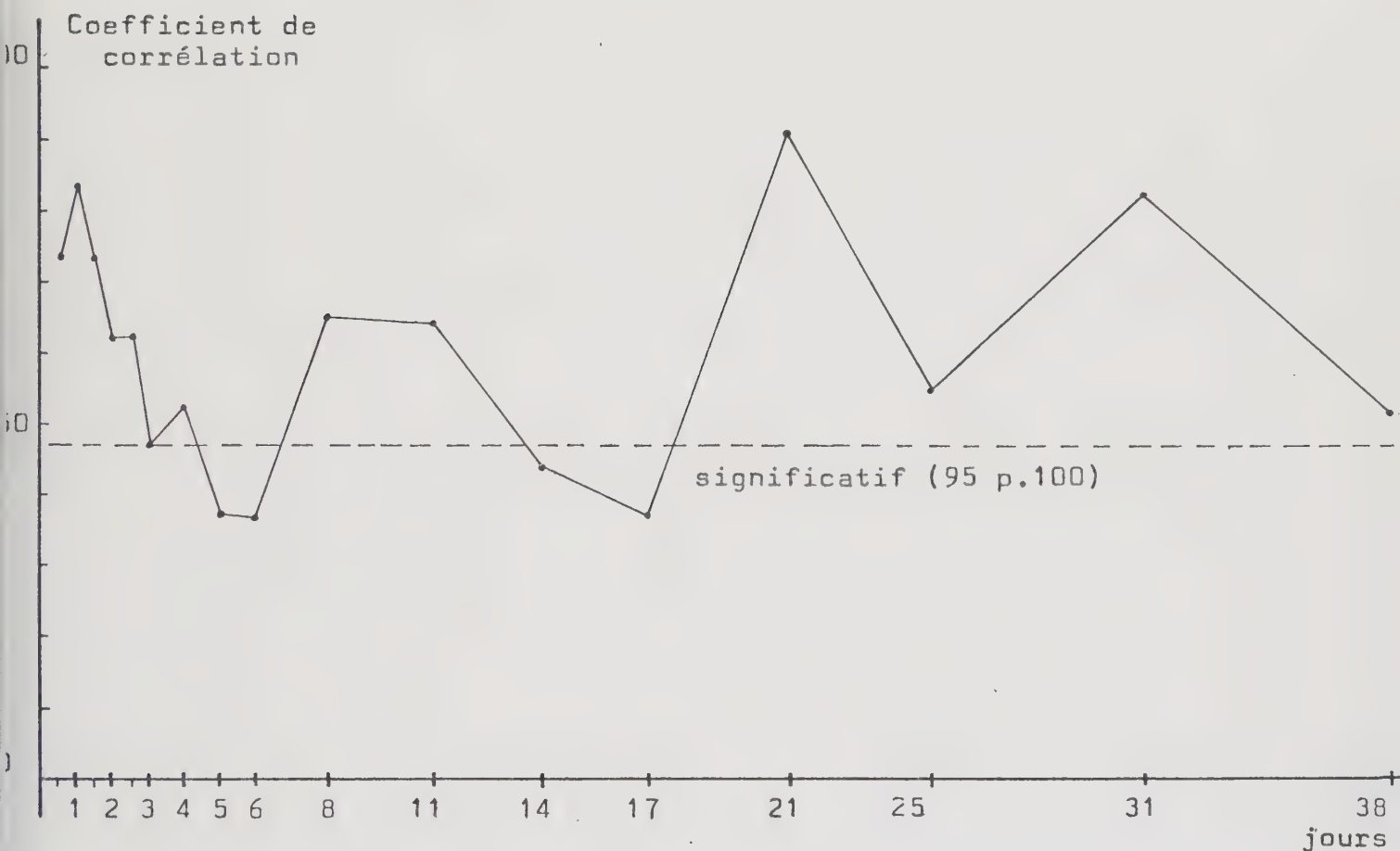
Graphique 22 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en magnésium et les teneurs en cendres.

coefficient de
corrélation



Entre les concentrations en magnésium et en calcium la relation est très étroite. Les coefficients de corrélation sont toujours positifs et souvent supérieurs au seuil de signification. Cette observation est confirmée par GUEGUEN (21) qui souligne une évolution très proche des teneurs en calcium et en magnésium.

Graphique 23 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en magnésium et les teneurs en calcium.



4.2.3. - Teneurs en potassium

Au cours de la période expérimentale les différences de teneur en potassium, en fonction du numéro de prélèvement, ne sont pas significatives.

Compte-tenu de la dispersion des résultats (coefficients de variation oscillant entre 10 et 20 p.100) il n'est pas possible de définir un sens d'évolution des teneurs en potassium. (tableau 9).

Tableau 9 - Teneurs moyennes en potassium des laits des 17 prélèvements.

(1)	n°de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Teneurs en mg par kg	1342	1415	1418	1382	1482	1464	1421
(3)	Ecart-types	212	161	196	232	192	153	165
(4)	Coeff. de varia- tions	0,15	0,11	0,14	0,16	0,13	0,10	0,12

(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	1355	1405	1415	1435	1390	1405	1294	1356	1328	1397
(3)	184	296	167	236	178	193	233	138	194	180
(4)	0,13	0,21	0,12	0,16	0,13	0,14	0,18	0,10	0,15	0,13

Les teneurs en potassium que nous enregistrons sont inférieures de 10 à 20 p.100 à celles rapportées par SENFT et RAPPEN (55), ROOK et CAMPLING (49), FISHER et autres (19) et TAPERNOUX et autres (60) mais nettement supérieures aux valeurs publiées par SEBELA et JURCIK (54) .

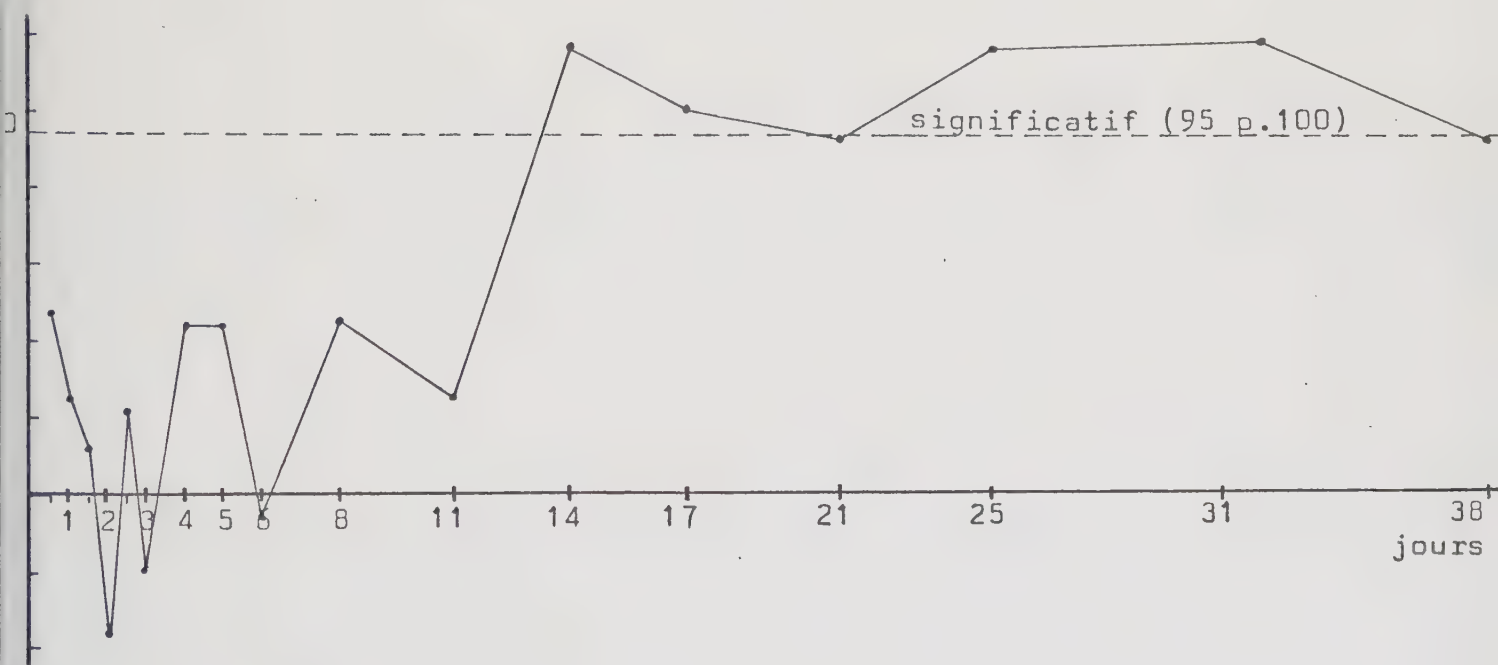
Cette observation est en contradiction avec les mesures de ROOK et CAMPLING (49) et WAITE (66) qui indiquent une baisse de la teneur en potassium avec l'âge des animaux .

Entre les teneurs en potassium et les quantités de lait produites la relation est plutôt positive. Au cours de la phase colostrale les coefficients de corrélation sont tantôt positifs, tantôt négatifs sans être significatifs. En effet nous enregistrons au cours de cette période des variations de la teneur en potassium alors que la production croît régulièrement.

En fin de 2ème semaine la corrélation devient significativement positive jusqu'en fin de période expérimentale.

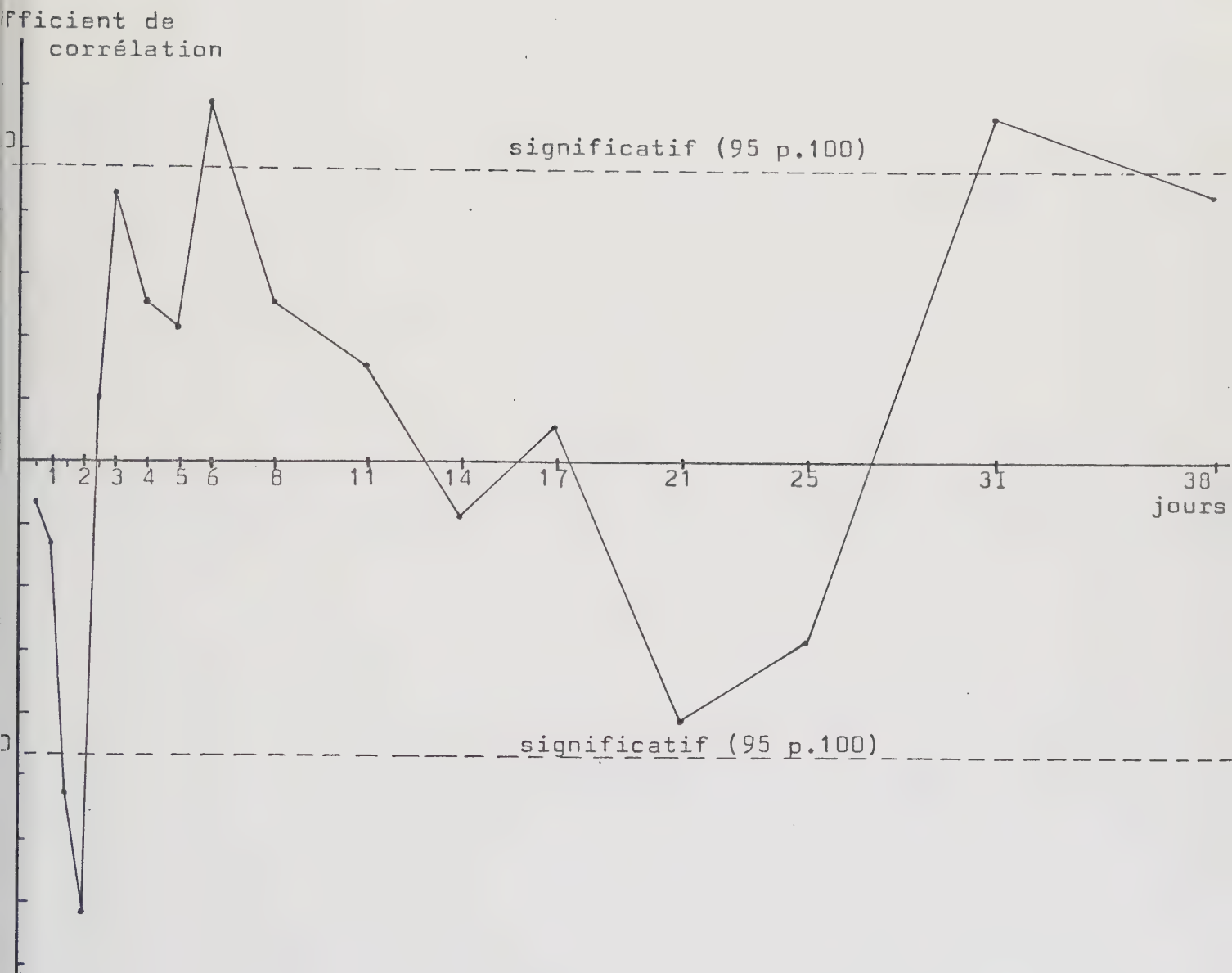
Graphique 25 .- Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en potassium et les quantités de lait.

fficient de
corrélation



Entre les teneurs en potassium et les teneurs en matière sèche les coefficients de corrélation ont des valeurs très variables et souvent très éloignées d'un prélèvement à l'autre. Leur évolution ne permet pas de mettre en évidence une relation positive ou négative au cours de la période considérée.

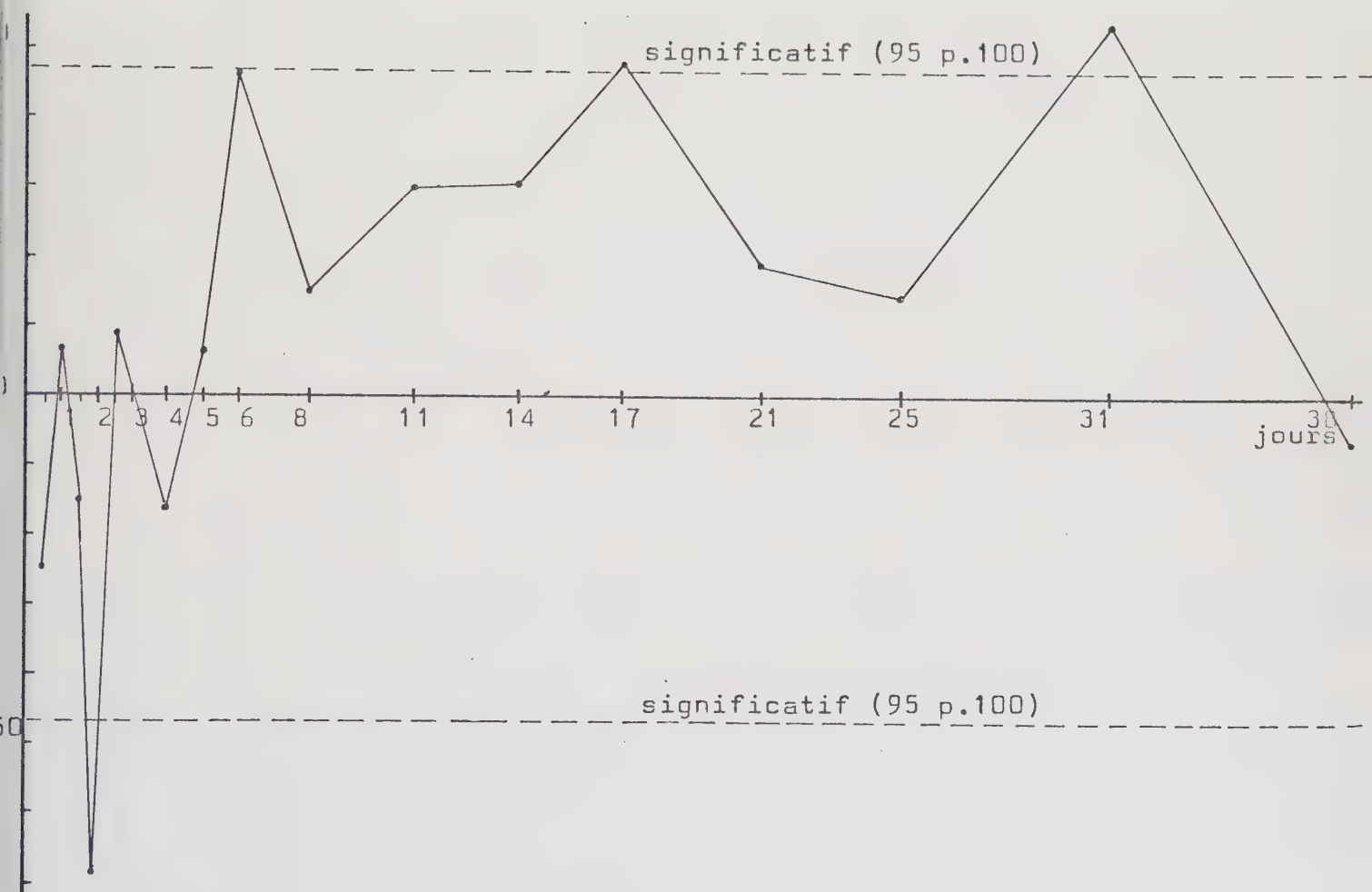
Graphique 26 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en potassium et les teneurs en matières sèches.



Les coefficients de corrélation entre les teneurs en matières grasses et celles en potassium sont plutôt négatifs au cours des premiers jours de lactation. Ils deviennent positifs en fin de 1ère semaine et s'y maintiennent jusqu'en 5ème semaine avec quelques valeurs significatives. Là encore il semble difficile de conclure à une liaison bien définie.

Graphique 27 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en potassium et les teneurs en matières grasses.

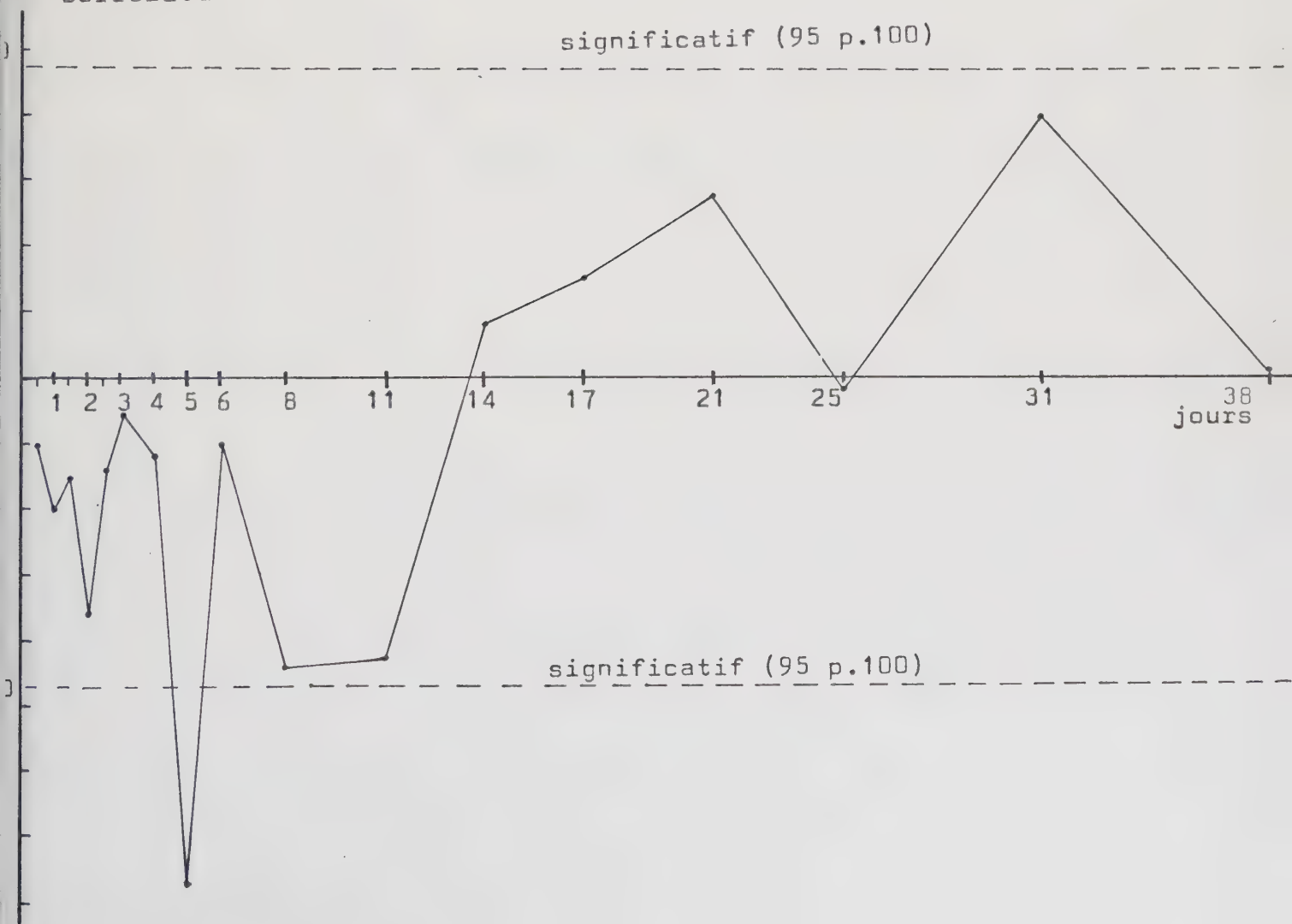
Coefficient de
corrélation



Entre les teneurs en potassium et celles en matières azotées les coefficients de corrélation sont négatifs pendant les 2 premières semaines avec une seule valeur significative. Ces résultats semblent liés aux variations des teneurs en potassium en début de lactation, les teneurs en protéines diminuant régulièrement au cours de cette période. Après la 2ème semaine la relation devient positive sans que les coefficients atteignent le seuil de signification. Contrairement au calcium et au magnésium nous n'observons pas de liaisons bien définies entre ce cation et les protéines. Ce phénomène est probablement à relier au fait que la totalité du potassium se trouve dans le lait en solution sous forme ionisée (ALAIS, 2)..

Graphique 28 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en potassium et les teneurs en matières azotées.

coefficient de
corrélation

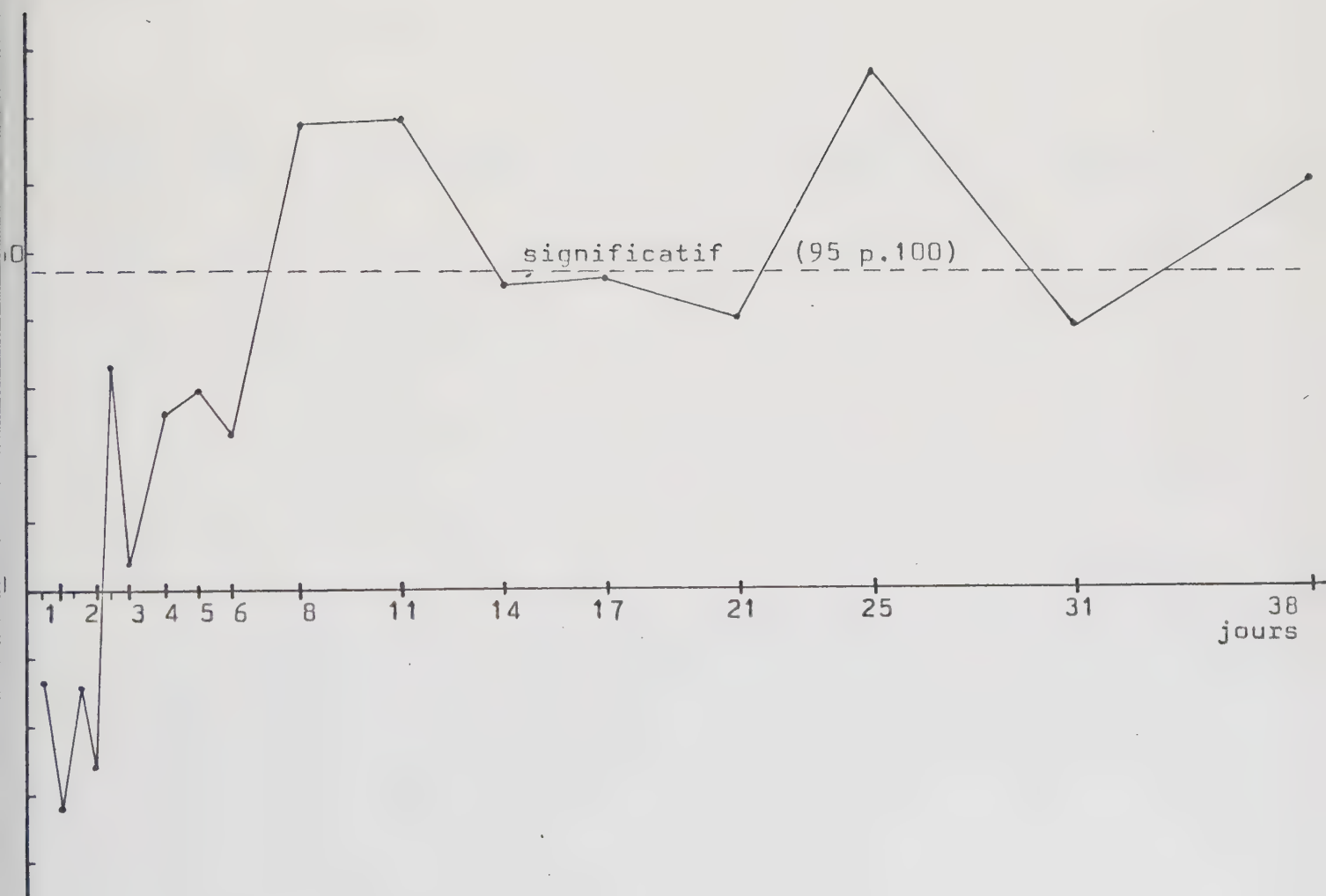


Comme pour les autres constituants la corrélation entre la teneur en potassium et celle en cendres est négative au cours des 2 premiers jours de la lactation sans toutefois que les valeurs soient significatives. Après ce début de période colostrale les coefficients de corrélation sont positifs avec des valeurs proches ou supérieures au seuil de signification.

La courbe d'évolution des coefficients de corrélation entre le calcium et les cendres est inverse de celle des coefficients de corrélation entre le potassium et les cendres.

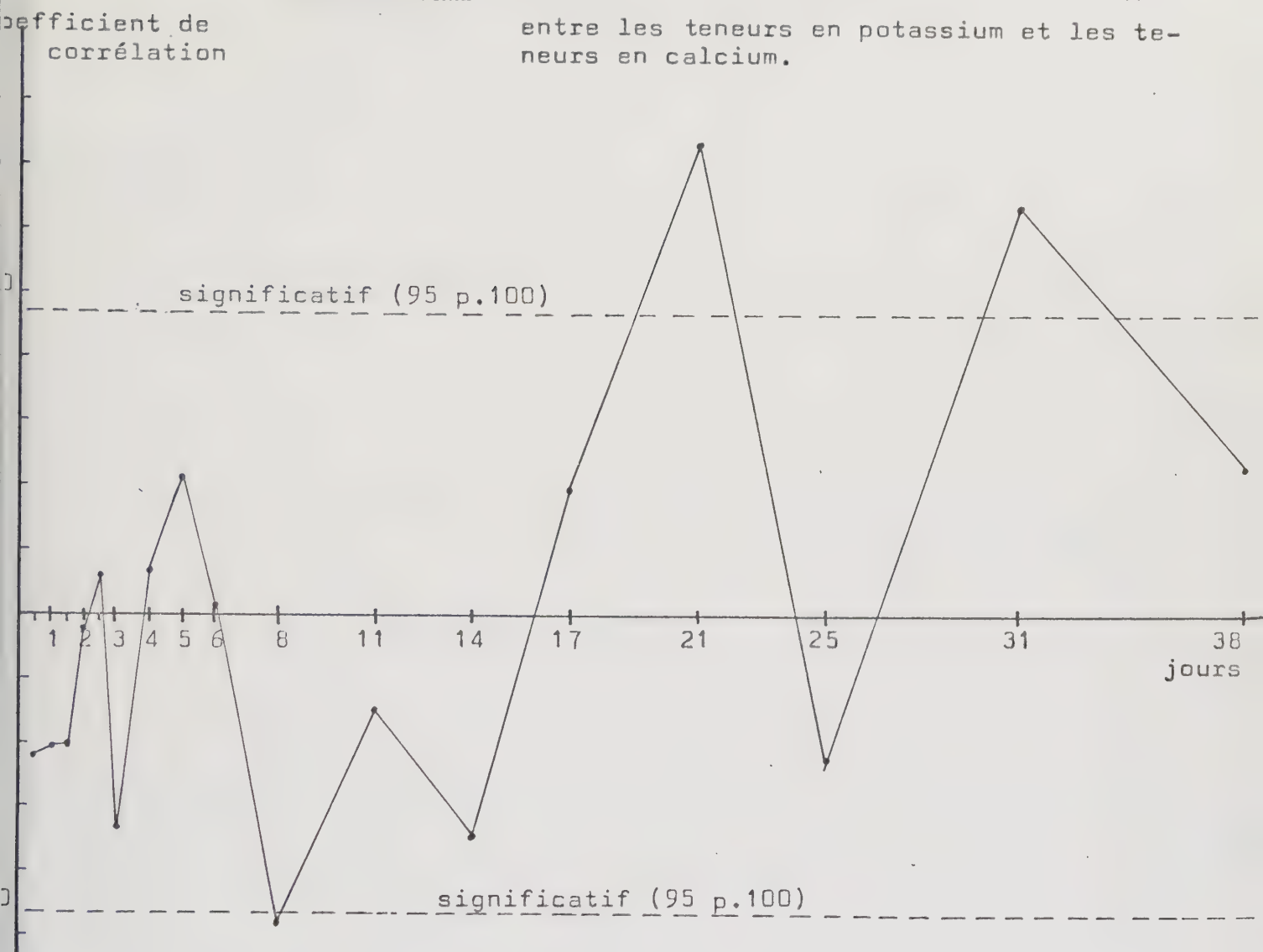
Graphique 29 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en potassium et les teneurs en cendres .

coefficient de
corrélation



Entre les teneurs en potassium et en calcium les coefficients de corrélation changent souvent de signe et sont rarement significatifs.

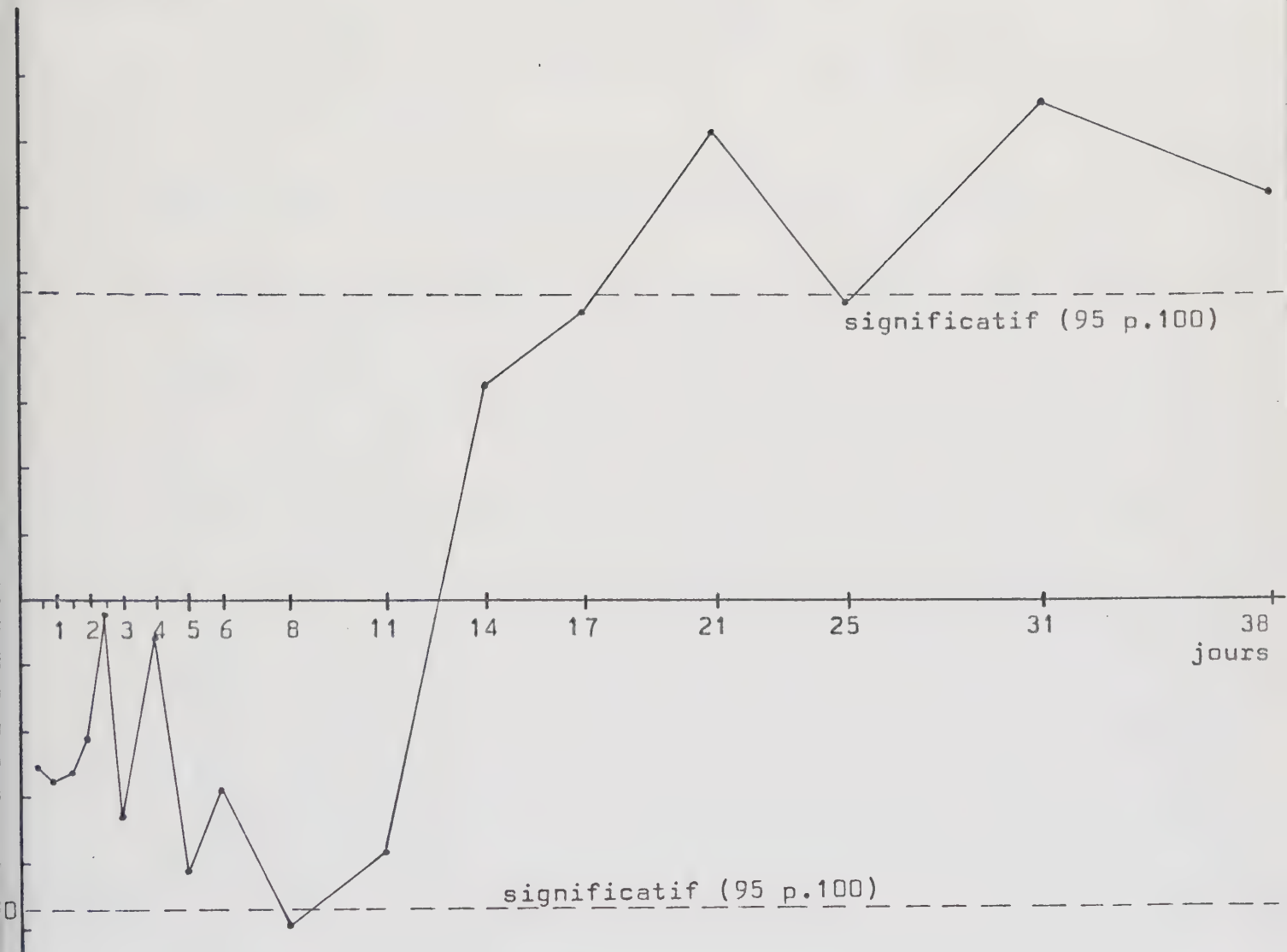
Graphique 30 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en potassium et les teneurs en calcium.



Entre les teneurs en magnésium et en potassium la corrélation est plus nette. Les coefficients négatifs en début de période de production, deviennent positifs en fin de 2ème semaine et s'y maintiennent jusqu'en fin de période expérimentale de façon significative. (graphique 31).

Graphique 31 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en potassium et les teneurs en magnésium.

efficient de
corrélacion



4.2.4. - Teneurs en sodium

Au cours des 6 premières semaines de production les différences de teneur en sodium du lait en fonction du numéro de prélèvement sont hautement significatives.

Le taux de sodium du colostrum de la première traite, 2 fois supérieur à celui du lait, diminue très rapidement au cours des 2 premiers jours qui suivent la mise bas. Ensuite la teneur en sodium continue à baisser régulièrement, mais plus lentement jusqu'en fin de 3ème semaine et se stabilise aux valeurs les plus basses (0,32 à 0,34 g par kg) jusqu'en fin de la période de mesures.

Tableau 10 - Teneurs moyennes en sodium des laits des 17 prélèvements.

(1)	n°de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7
(2)	Teneurs en mg par kg	703	595	539	535	513	503	464
(3)	Ecart-types	159	133	105	118	110	97	82
(4)	Coefficients de variations	0,23	0,22	0,19	0,22	0,21	0,19	0,18

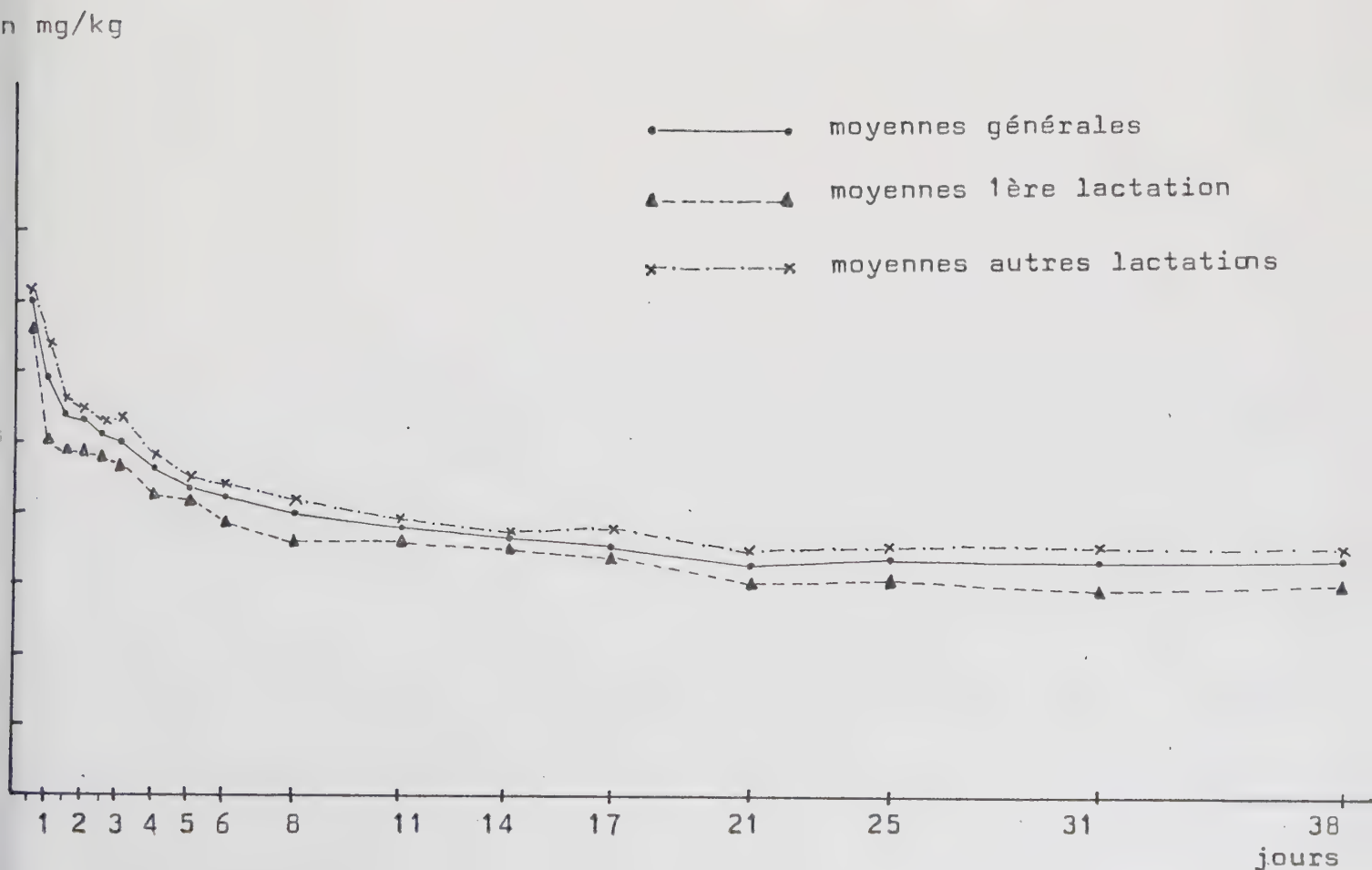
(1)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
(2)	435	425	400	382	369	354	325	342	336	342
(3)	81	92	55	48	66	66	58	66	50	65
(4)	0,19	0,22	0,14	0,12	0,18	0,19	0,18	0,19	0,15	0,19

Les valeurs que nous observons après la phase colostrale, sont identiques à celles rapportées par ROOK et CAMPLING (49) mais légèrement plus faibles que celles publiées par GUEGUEN et JOURNET (22), SENFT et RAPPEN (55), FISHER et autres (19) et TAPERNOUX et autres (59).

Les coefficients de variations, assez élevés tout au long de la période expérimentale, (12 à 23 p.100) rendent compte d'une grande dispersion des teneurs entre les individus.

Les différences de teneur en sodium du lait des animaux jeunes et de celui des vaches adultes sont hautement significatives. Les taux moyens des laits des vaches multipares sont plus élevés tout au long de la période observée que ceux des laits de vaches primipares. Ce phénomène a déjà été observé par de nombreux auteurs : ROOK et CAMPLING (49), WAITE (66) et VANSCHOUBROEK et autres (63) qui observent une augmentation de 40 p.100 de la teneur en sodium du lait entre la 1ère et la 12ème lactation. Cette augmentation de la richesse en sodium du lait chez les animaux âgés semble liée à une plus grande perméabilité des tissus de la mamelle qui permet le passage de quantités plus importantes de chlorure de sodium dans le lait.

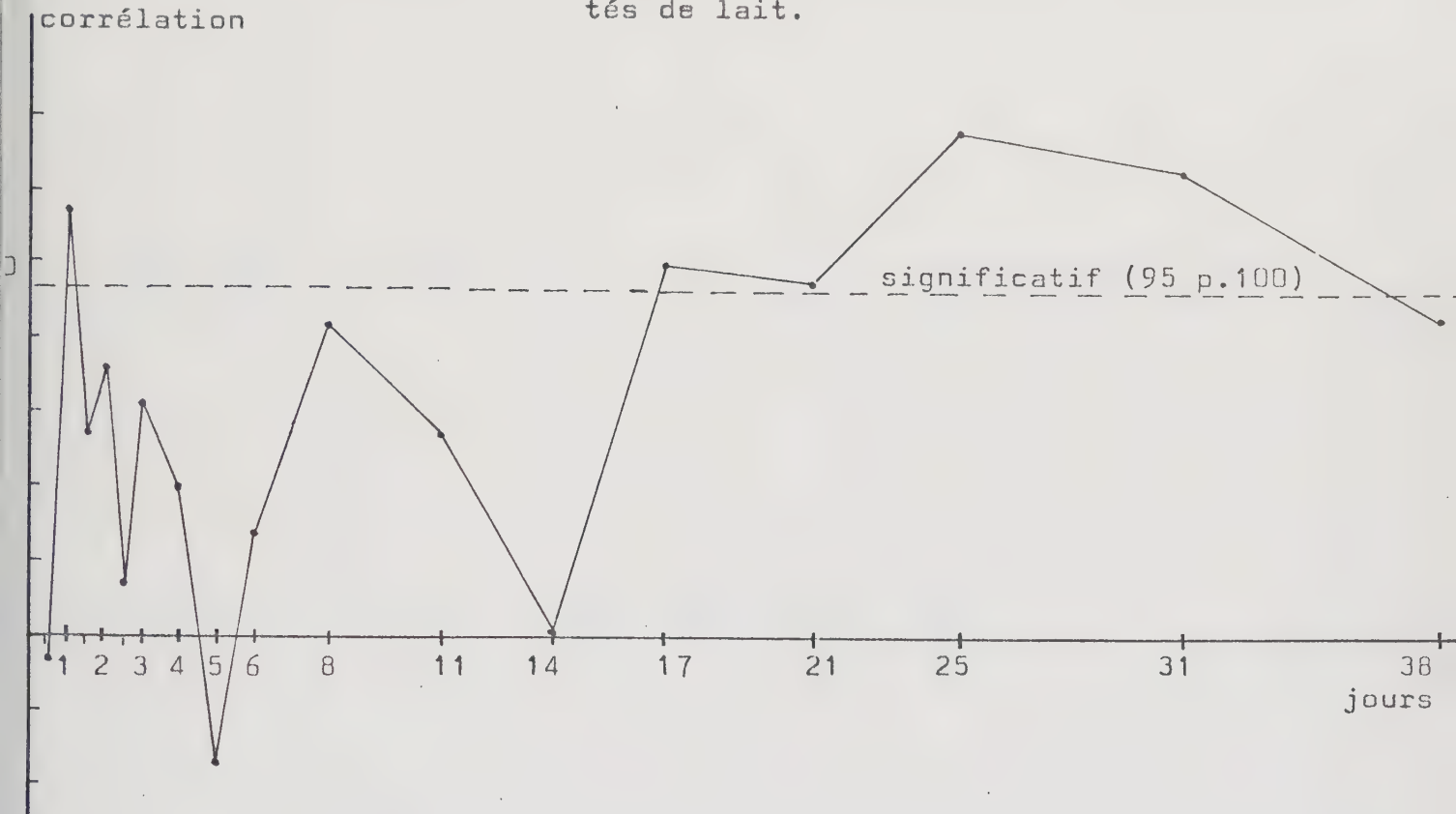
Graphique 32 - Evolution des teneurs en sodium.



Entre les teneurs en sodium et les quantités produites la corrélation est en général positive. Pendant la période colostrale, le coefficient de corrélation, significativement positif à la 2ème traite, décroît jusqu'au 5ème jour. Ensuite la relation est positive jusqu'en fin de période expérimentale avec des coefficients significatifs au-delà de la 2ème semaine.

Graphique 33 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en sodium et les quantités de lait.

Coefficient de corrélation

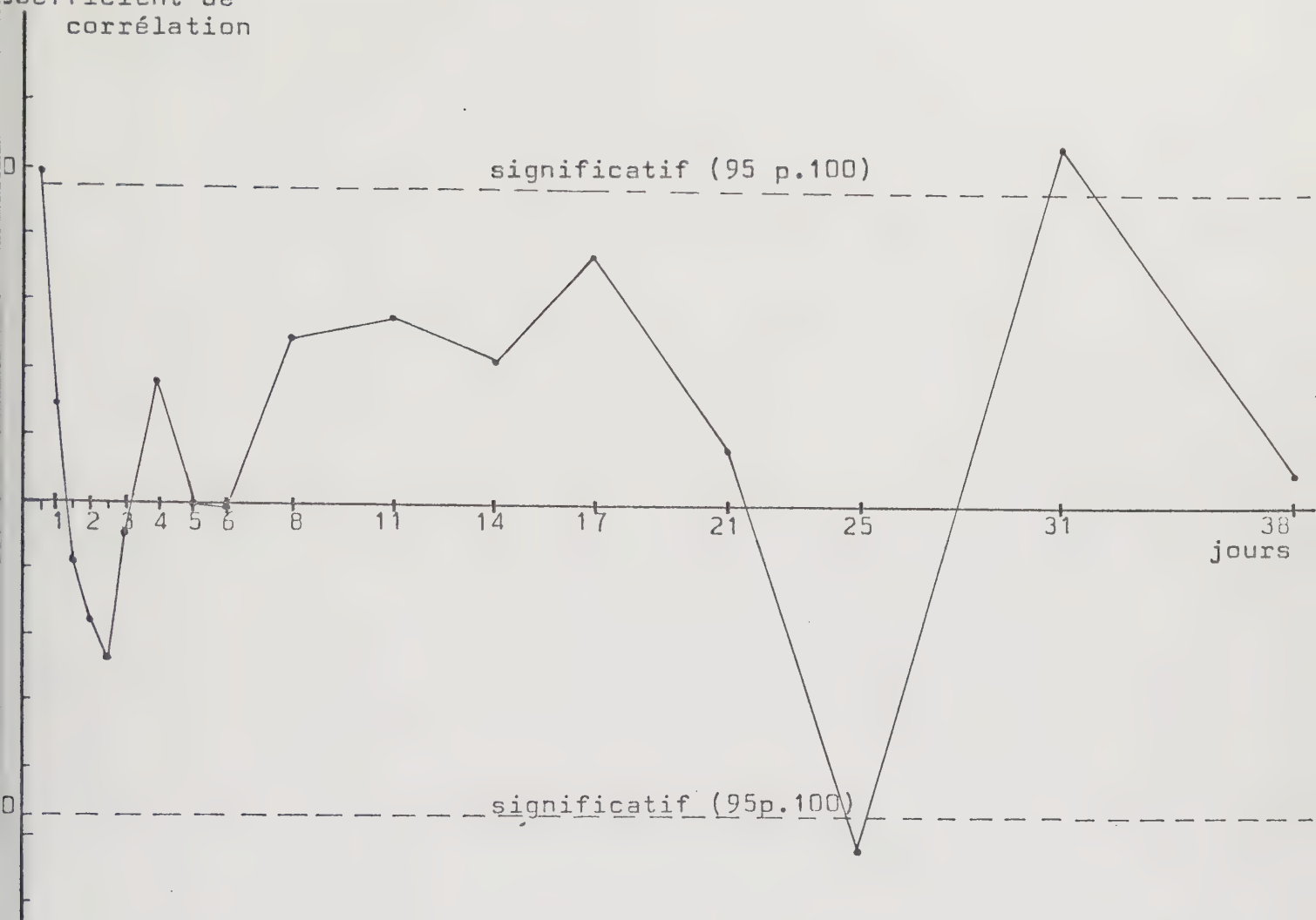


La relation entre les teneurs en sodium et en matière sèche du lait est très variable au cours des 6 premières semaines. La corrélation significativement positive à la 1ère traite baisse régulièrement pendant la période colostrale pour atteindre des valeurs négatives.

Au cours des 2ème et 3ème semaines la liaison est à nouveau positive. En fin de période expérimentale des variations importantes du coefficient de corrélation ne permettent pas de conclure à une évolution bien définie (graphique 34).

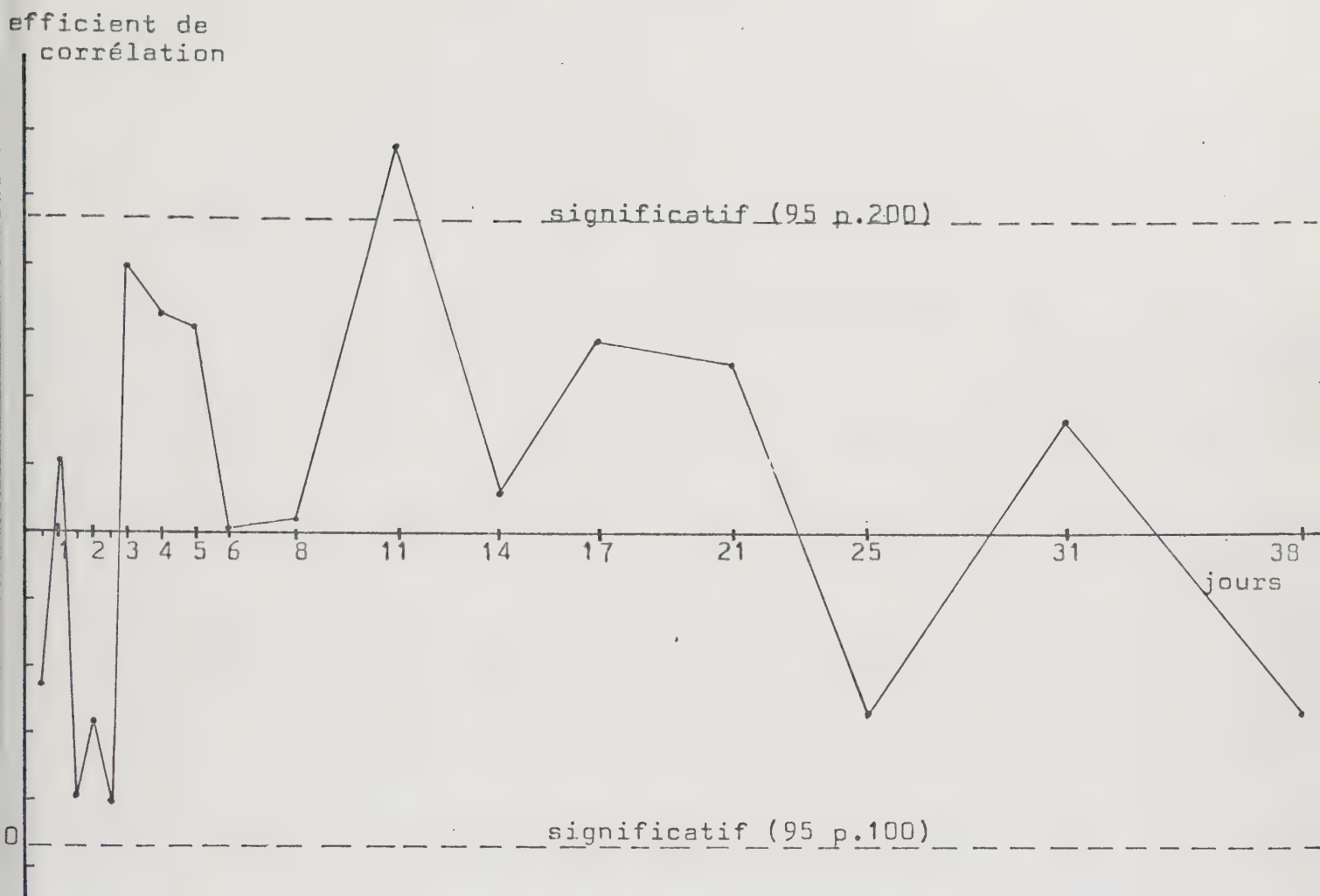
Graphique 34 -Evolution des coefficients de corrélation
entre les teneurs en sodium et les teneurs
en matières sèches.

Coefficient de
corrélation



Entre les teneurs en sodium et celles en matière grasse la courbe d'évolution des coefficients de corrélation assez proche de celle concernant la liaison sodium et matière sèche ne permet pas non plus de caractériser la relation (graphique 35).

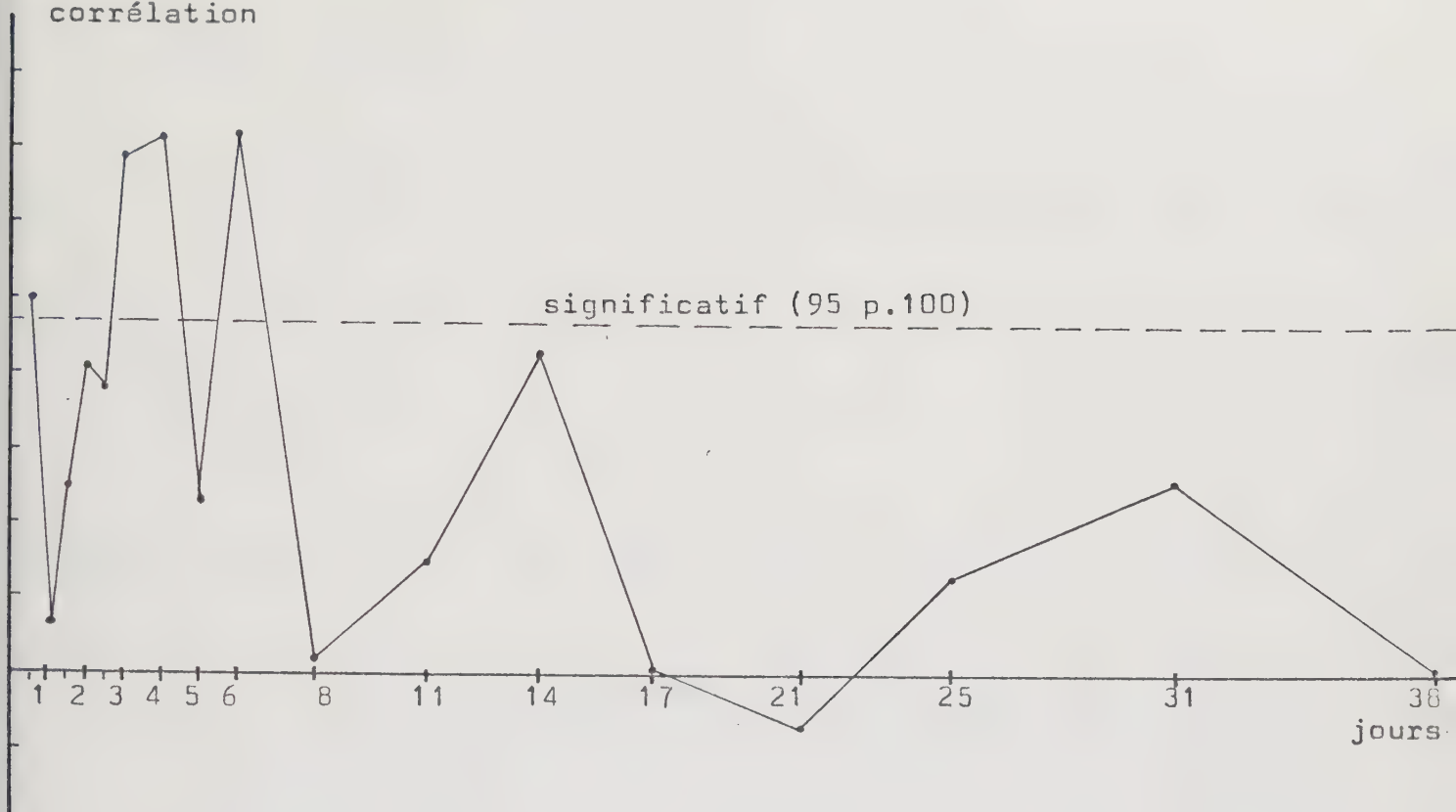
Graphique 35 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en sodium et les teneurs en matières grasses.



Entre les teneurs en sodium et en matières azotées la relation est positive pour la plupart des prélèvements. Les coefficients de corrélation sont très variables mais plusieurs sont significatifs au cours de la première semaine de la lactation (graphique 36).

Graphique 36 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en sodium et les teneurs en matières azotées.

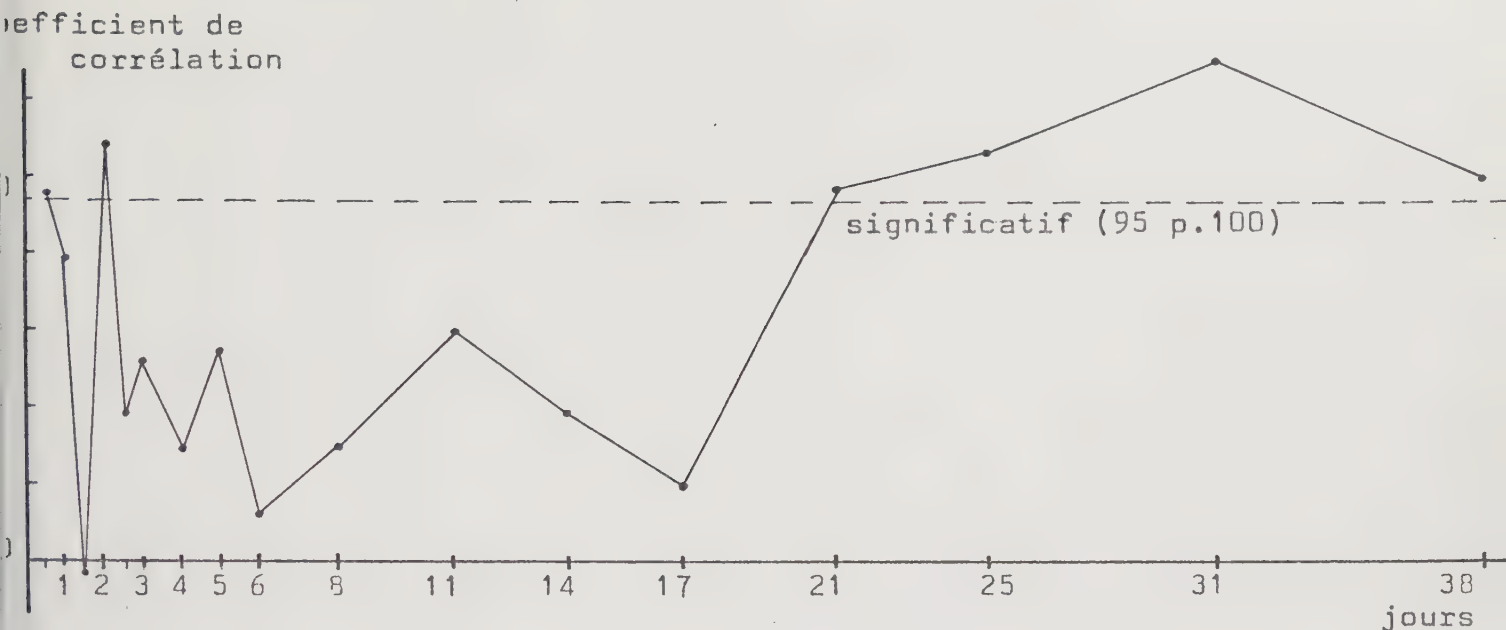
Coefficient de
corrélation



La liaison entre les teneurs en sodium et celles en cendres est positive tout au long de la période expérimentale. La corrélation assez faible en début de lactation, devient significativement positive à la fin de la 3ème semaine.

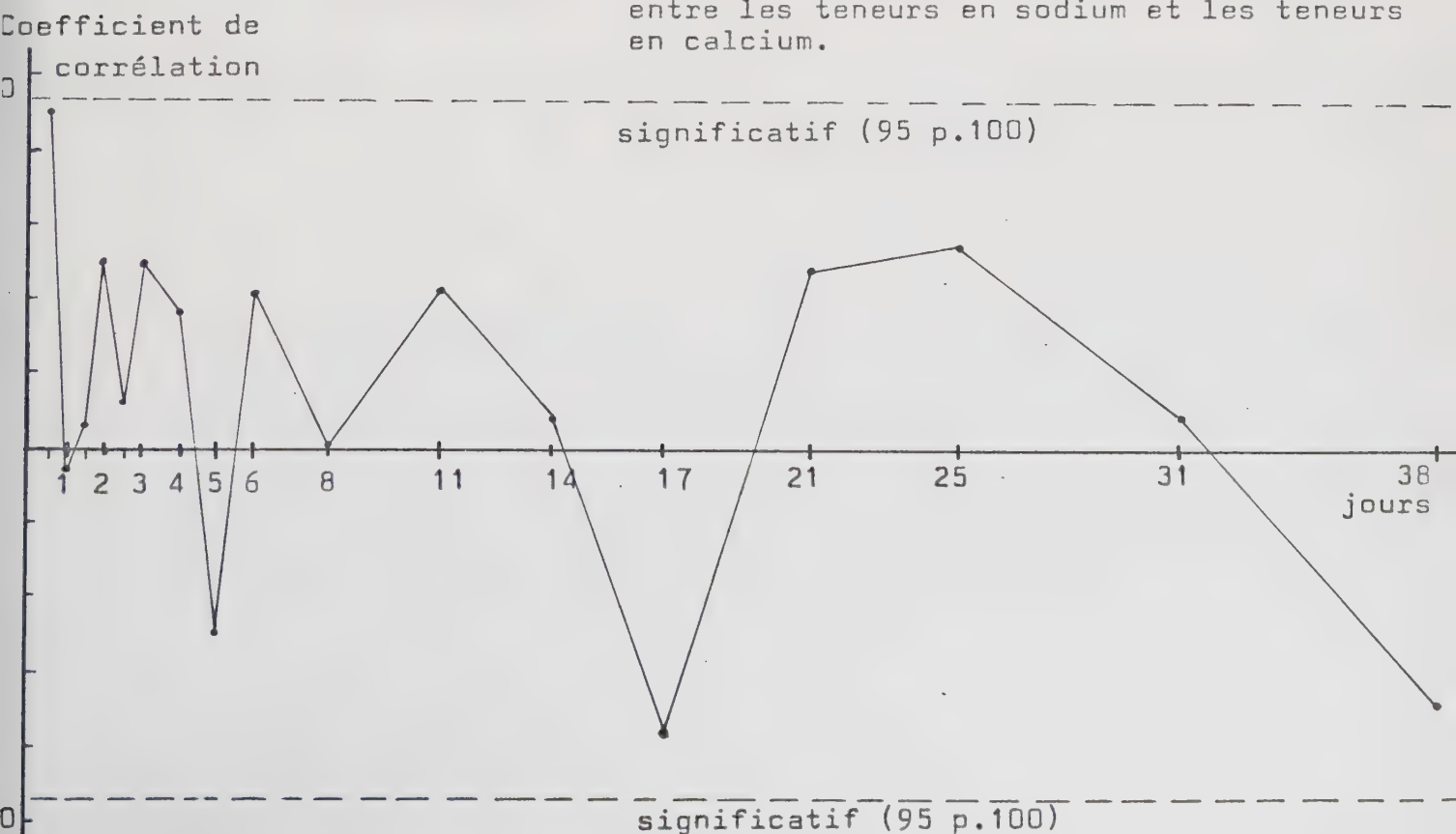
Lorsque la composition du lait devient "normale" la liaison est donc meilleure. (graphique 37).

Graphique 37 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en sodium et les teneurs en cendres.



Les coefficients de corrélation entre les teneurs en sodium et en calcium varient d'un prélèvement à l'autre et changent plusieurs fois de signe sans jamais atteindre le seuil de signification. Ces observations ne permettent donc pas de mettre en évidence une liaison entre ces 2 cations.

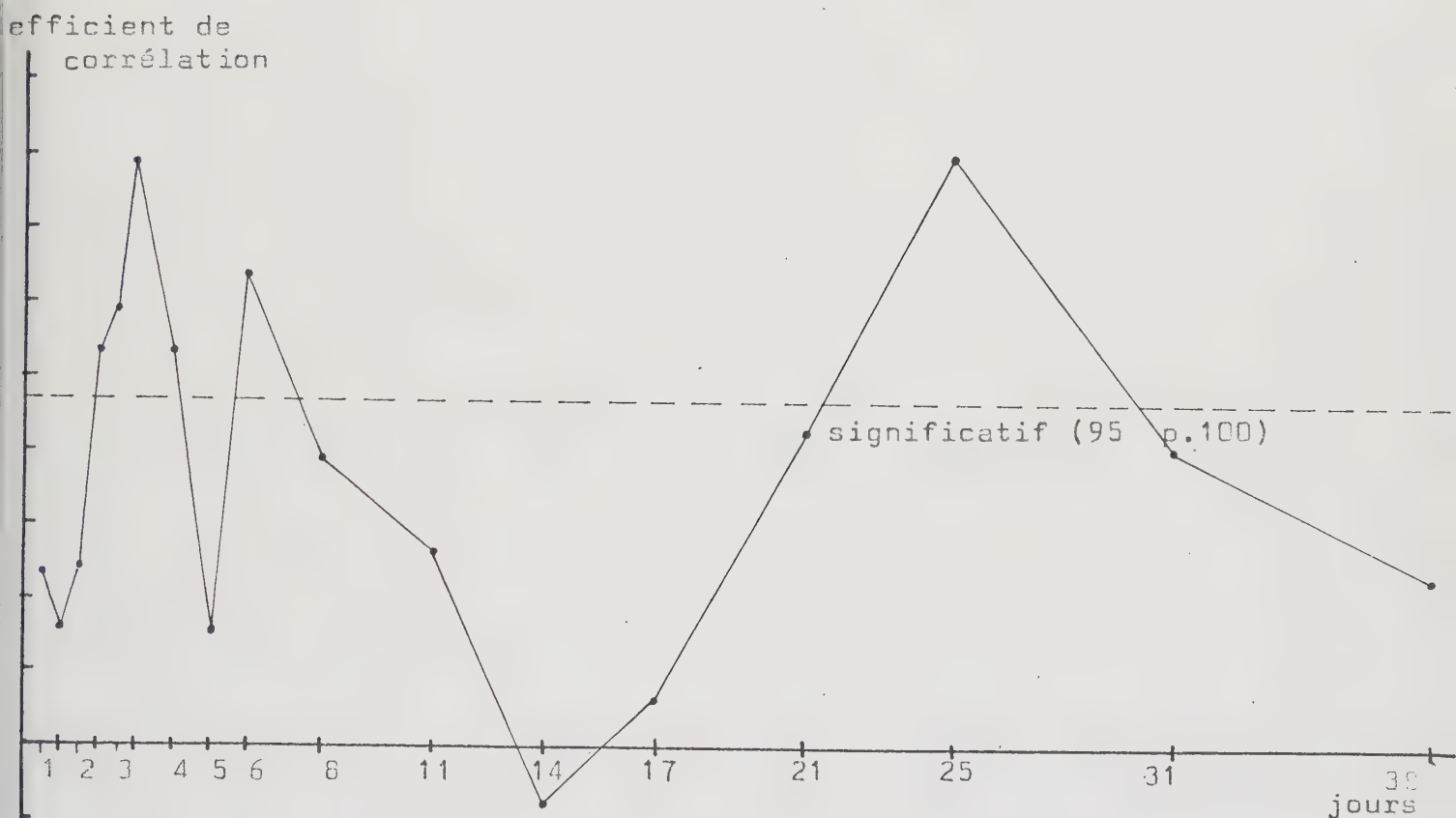
Graphique 38 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en sodium et les teneurs en calcium.



Entre sodium et magnésium la corrélation est souvent positive avec des valeurs significatives au cours de la 1ère et de la 4ème semaine.

Toutefois des variations restent importantes d'un prélèvement à l'autre.

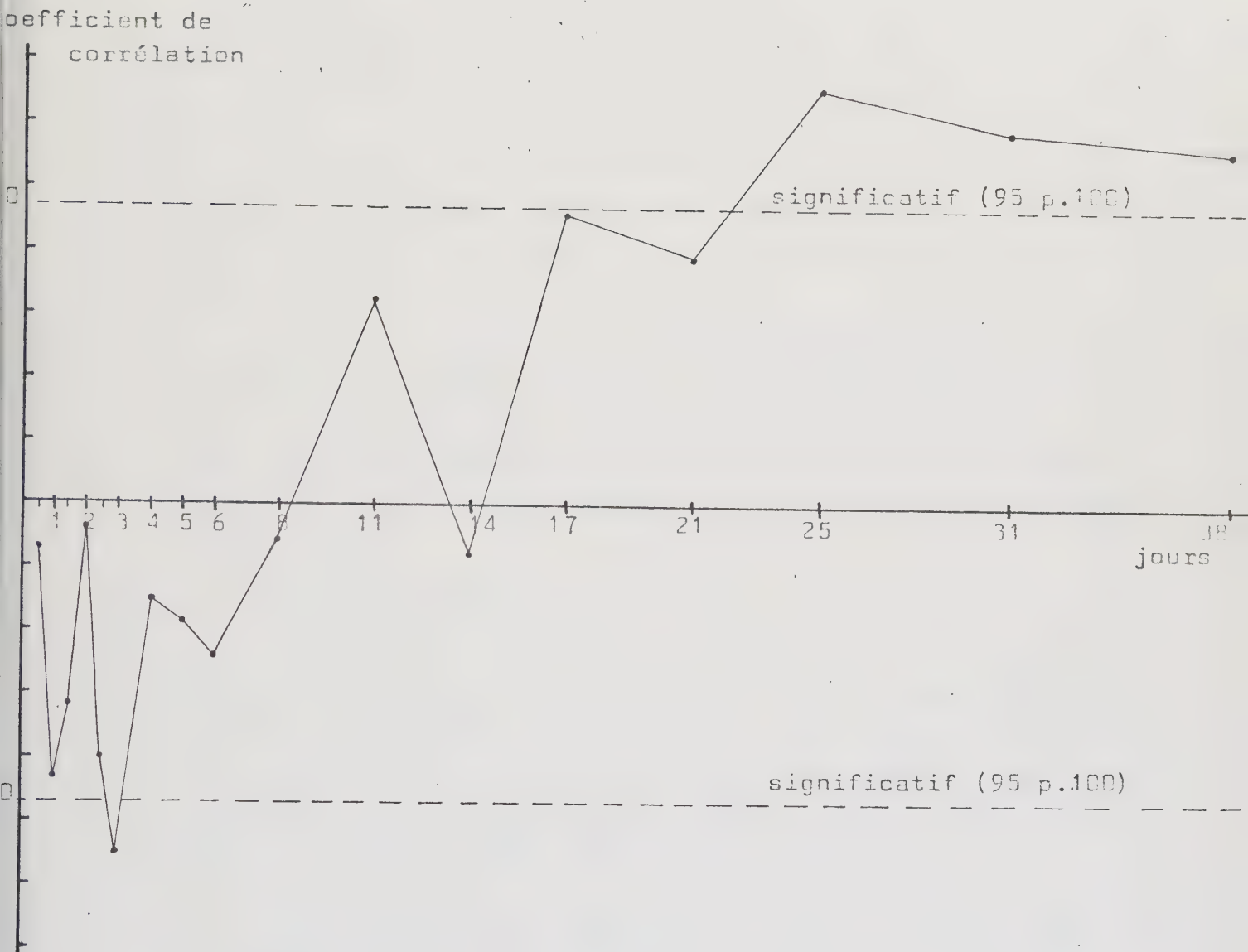
Graphique 39 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en sodium et les teneurs en magnésium



Les coefficients de corrélation observés entre la teneur en sodium et la teneur en potassium au cours des 6 premières semaines de lactation, mettent en évidence une évolution très nette de la relation entre ces 2 éléments. Les valeurs négatives pendant la 1ère semaine augmentent avec le numéro de prélèvement et deviennent significatives à partir de la 4ème semaine. Nous ne

retrouvons donc pas au cours de cette période l'évolution inverse des teneurs en sodium et en potassium soulignée par de nombreux auteurs pour la lactation entière (ALAIS, 2).

Graphique 40 - Evolution des coefficients de corrélation entre les teneurs en sodium et les teneurs en potassium.



5 - CONCLUSION

Nous avons pu vérifier par notre travail que l'évolution la plus importante des teneurs en cendres du lait, et des principaux cations qui les composent, se produit dans le tout début de la phase colostrale.

La teneur en cendres qui était de l'ordre de 10,7 g par kg à la 1ère traite descend en 2 semaines à une valeur normale de 7,5 g par kg soit 6 p.100 de la matière sèche.

Le cumul des 4 cations représente d'une façon assez constante 40 p.100 de ces cendres, mais l'évolution de leurs teneurs au cours des 6 premières semaines de lactation n'est pas identique.

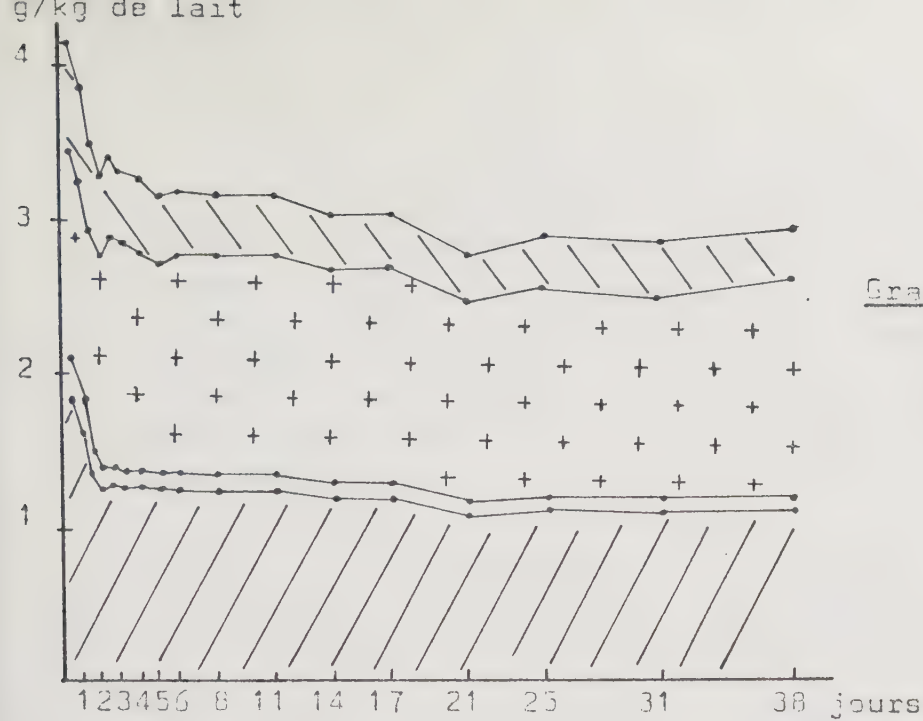
Dans le colostrum, le sodium et le magnésium, qui sont les cations les moins abondants, ont des concentrations près de 2 fois plus importantes que dans le lait. La teneur en calcium y est plus élevée de 40 p.100. Quant au potassium ses teneurs sont sensiblement identiques tout au long de la période expérimentale.

(graphiques 41a, 41b et 41c)

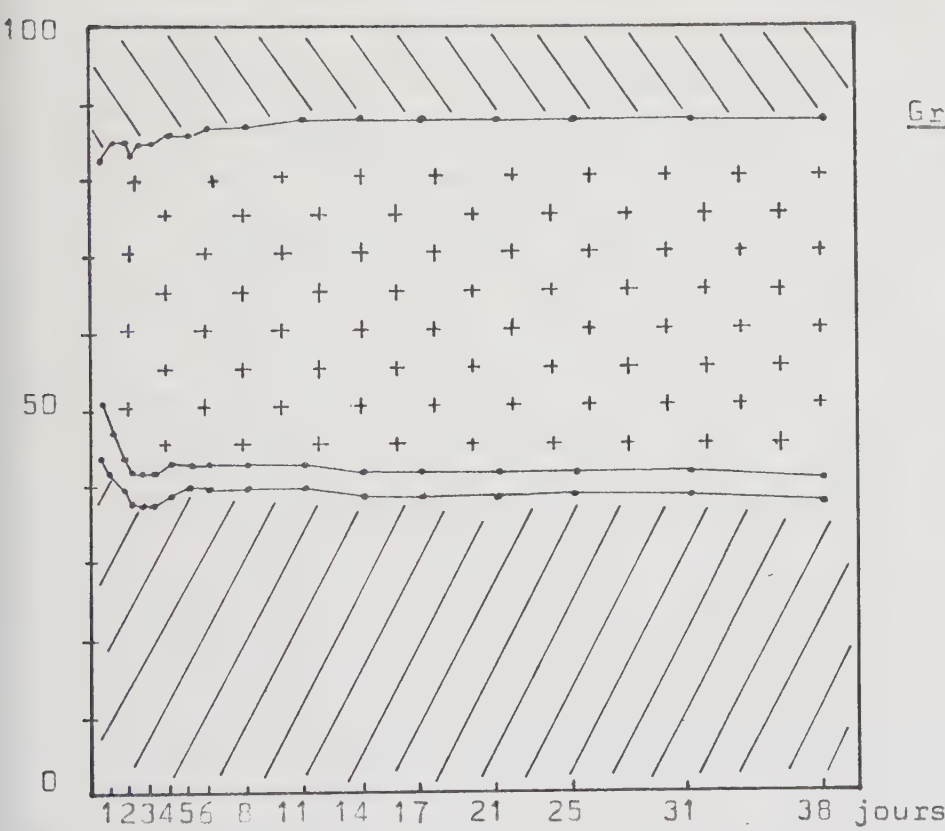
En comparant les laits des primipares avec ceux des autres animaux, nous avons constaté qu'il n'y avait pas d'effet du numéro de lactation sur les teneurs des laits en magnésium et en potassium. Par contre les teneurs en calcium sont légèrement plus élevées chez les animaux en 1ère lactation, alors que les teneurs en sodium y sont nettement plus faibles.

En étudiant les corrélations entre les teneurs des laits en chacun de leurs 4 cations, avec la quantité de lait produite et les macrocomposants, nous avons vu évidemment une bonne liaison entre les teneurs en calcium et en magnésium et le taux de protéines.

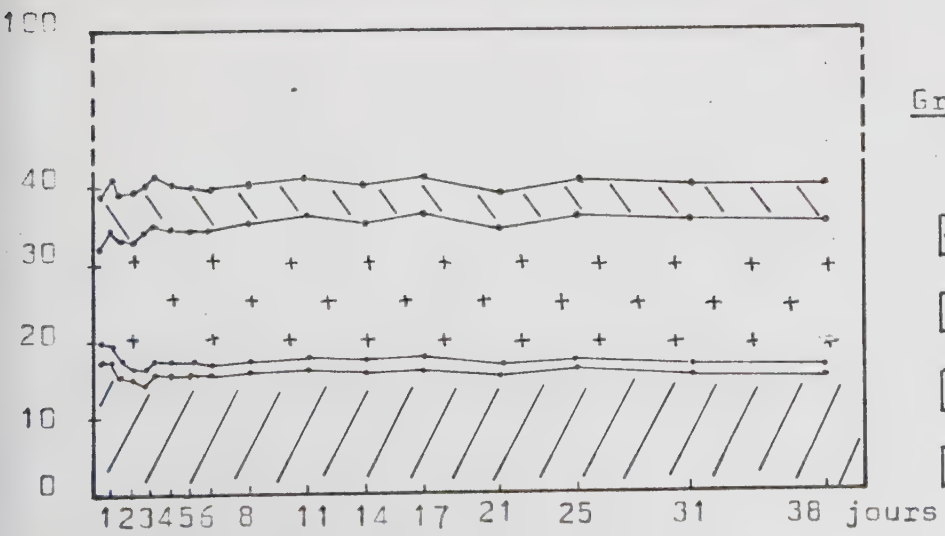
Les liaisons entre la teneur en cendres et les teneurs en potassium et en sodium sont le plus souvent bonnes.



Graphique 41a - Evolution des teneurs cumulées en calcium, magnésium, potassium et sodium.



Graphique 41b - Evolution de l'importance relative de chacun des 4 cations (en p.100 de leur somme).



Graphique 41c - Evolution de la part relative des 4 cations dans les cendres totales.

-  Sodium
-  Potassium
-  Magnésium
-  Calcium

Si les teneurs en potassium et en sodium n'ont pas à priori d'importance considérable dans l'alimentation des humains et des jeunes animaux domestiques, par contre il est intéressant de noter que le numéro de lactation influe peu sur la teneur en magnésium des laits dont on sait que d'une façon générale elle est insuffisante dans le lait de vache pour couvrir les besoins du nourrisson.

En ce qui concerne le calcium, il semblerait que l'intensification de l'élevage conduisant à une augmentation dans les troupeaux du nombre des animaux en 1ère lactation, ne risque pas d'être préjudiciables à la qualité du lait obtenue. Au contraire celui-ci aura une teneur en calcium légèrement plus élevée, ce qui améliorera sa valeur diététique, aussi bien pour le nourrisson humain, que pour les jeunes ruminants. Il est également possible que ce léger accroissement améliore les qualités technologiques du lait lors de la transformation en fromage.

BIBLIOGRAPHIE

1. ADDA J., BLANC-PATIN E., JEUNET R., GRAPPIN R., MOCQUOT G., POUSARDIEU G., ET RICORDEAU G. 1968. Essais d'utilisation de l'infra red milk analyzer. Le Lait T. XLVIII - 03.04. 1968. 473-474 - 145-154.
2. ALAIS Ch. Sciences du Lait, 03, 1965. 2ème édition. Principes des techniques laitières.
3. ANITA A., JARVIS JR., BROWN and D.R. ARNOTT, 1962. Seasonal variations of strontium 90 and calcium levels in Jersey and Holstein milk. J. Dairy Sci. 45 - 522-526.
4. ANAGAMA Y., 1972. Chemische Zusammensetzung der japanischen Kuhmilch. Milchwissenschaft, 27 - 467-469.
5. ARMSTRONG T. V., 1959. Variations in the gross composition of milk as related to the breeds of the cow ; a review and critical evaluation of literature of the United States and Canada. J.Dairy Sci. 42, 1-19.
6. AURIOL P. et JARRIGE R., 1962. Possibilités de modifier la composition du lait F.I.L., B.A. 1962, 11, 217-250.
7. AURIOL P. et MOCQUOT G., 1962. Quelques facteurs de variation de la teneur en calcium des laits de vaches. J. Dairy Res. 29, 181-189.
8. BACVANSKI S., VUCETIC S., COBIC T., 1972. Proncavarye kretanja Ca i P u mlekn i kervi krava pri raznim tipovima obroka. Nutr. Abstr. and Reviews 1974. Vol. 44, n° 4.
9. BARIC S., CAR M. 1969. Effect of Ca/P in the diet of pregnant cows on the Ca, P and alkaline phosphatase contents in their blood and (after calving) colostrum, and calves' blood. Dairy Sci. abst. Fev. 1972 Vol. 34, 770.
10. CHALYAN V.G., 1970. Lactational changes in milk composition of Holstein Friesian cows. Dairy Sci. Abst. 33. 6, 3111.
11. COLEOU J. 1971. Organisation des grandes unités de production laitière. B.T.I., 258, 381-400.
12. COMBERG G. und GRONING M., 1965. Untersuchungen zur Einwirkung der Umwelt auf die Bestandteile der Milch insbesondere auf die Milchmineralien. Milchwissenschaft 20, 462-470.
13. COMBERG G. und GRONING M., 1967. Die Einwirkung der Umwelt auf die Milchbestandteile. Milchwissenschaft, 22-5, 274-279.
14. DAVIS A.V. and WOODWARD R.S., 1969. Influence of age, stage of lactation and season on milk composition of Jersey and Guernesey Cows. Nutr. Abstr. and Reviews. July 1970 Vol. 40, 3, 6255.

15. DECAEN C. et JOURNET M., 1966. Influence saisonnière sur la production et la composition du lait. Ann. Zootech. 15 - (3), 259-277.
16. DECAEN C., JOURNET M. et POUTOUS M., 1970. Evolution de la production laitière de la vache au cours des deux premiers mois de lactation. Ann. Zootechn. 19, - 191-204.
17. DECAEN C. et POUTOUS M., 1965. Phase ascendante de la courbe de lactation chez la vache laitière. Ann. Zootech. 14 - (2), 135-143.
18. DUSEK B., SEMJAN S., KAZIMIR L., 1970. Seasonal influence on the Ca, phosphate, K, Na and chloride content of cows' milk. XVIII Int. Dairy Congres 1E : 92.
19. FISHER L.J., MACINTOSCH A.I. and CARSON R.B., 1970. Effects of ad libitum versus restricted intake of concentrate and stage of lactation on the mineral, content of cow's milk. Can. J. Anim. Sci. 50, 121-127.
20. GAUNT S.N., CROWIN A.R., 1964. Variation in milk composition for five breeds. J. Dairy Sci. 47, 701.
21. GUEGUEN L. La composition minérale du lait et son adaptation aux besoins minéraux du jeune. Annales de la nutrition et de l'alimentation, Vol. 25, 4, A 335- A 381.
22. GUEGUEN L. et JOURNET M., 1961. Les matières minérales du lait. Annales de Biologie animale, Bioch., Biophys. 1, 305-310.
23. JARRIGE R. et JOURNET M., 1959. Influence des facteurs alimentaires et climatiques sur la teneur en matières grasses du lait. Ann. Nutr. Alim. XIII, 263-278.
24. JOURNET M. et JARRIGE R., 1960. Evolution de la sécrétion des matières grasses, des matières azotées et du lactose au cours du premier mois de lactation. Ann. Zootech. 9, 133-155.
25. KIRCHGEßNER M., FRIESECKE H., KOCH G., 1967. Nutrition and the composition of milk. Crosby Lockwood and Son Ltd. LONDRES.
26. KOOPS J. and WESTERBEEK D., 1971. Rapid flame-photometric determination of calcium in milk and cheese. Neth., Milk Dairy J., 25, 183-190.
27. KOVACHEV P., 1970. Ca, P, Na and lactose contents of cow's colostrum. Vet. Med. Nauki Sof. 7 - (1), 107-113.
28. KRIVITSKAYA T.I., BROMLEI N.V., 1969. Changes in contents of total and free Ca and Mg in Kostroma cow's colostrum. Inst. KARAVAEVO, KOSTROMA 17, 56-63.
29. LAURENT F. et VIGNON B., 1972. Effets sur des vaches en début de lactation d'une supplémentation en sulfate de sodium, en méthionine ou en son analogue hydroxylé M.H.A. - Bull. E.N.S.A.I.A. de Nancy, T. XIV, II, 157-162.

30. LICHVAR I., 1967. Effect of feeding high levels of maize silage to cows in the later stages of pregnancy on Ca, P, K and Na contents of colostrum and milk. *Acta Zootech. Univ. Agric. Nitra* 16 = 55-68. D.S.A. Sept. 1969 Vol. 31, 9, n° 3236.
31. LINDEN G., 1971. Applications de la spectrophotométrie d'absorption atomique dans les laboratoires d'industrie alimentaire. *Ind. Alimentaires et Agricoles*, 6, 793-803.
32. LING E.R., KONG S.K. and PORTER J.W.G., 1972. Milk : the mammary gland and its secretion. *Handbuch der Tierernährung*, p. 260.
33. MACY I.G. and KELLY H.J., 1972. In milk : the mammary gland and its secretion. *Handbuch der Tierernährung*, p.264.
34. MATTSSON S., 1962. Les lipides du lait. *Bull. de la Fédération Int. de Laiterie*, 11, 13-28.
35. MAYER W., 1969. Das Kolostrum einiger Haustiernarten. Inaugural dissertation zur Erlangung der Veterinärmedizinischen Doctorwürde der Tierärztlichen Fakultät der L. Maximilians. München.
36. MURTHY G.K. and RHEA U., 1966. Determination of major cations in milk by Atomic Absorption Spectrophotometry. *J. Dairy Sci.* 50 - 3, 313-317.
37. NIKERSON T.A., 1961. Interrelationships of milk composition for five breeds. *J. Dairy Sci.* 47, 701 (Abstr.).
38. PARKHIE M.R., GILMORE L.O., and FECHHEIMER N.S. Effect of successive lactations, gestation and season of calving on constituents of cows' milk. *J. Dairy Sci.* 49-11, 1410-1414.
39. PARRISH D.B., WISE G.H., HUGUES J.S. and ATKESON F.W., 1950. Properties of the colostrum of the dairy cow. v. yield, specific gravity and concentrations of total solids and its various components of colostrum and early milk. *J. Dairy Sci.* Vol. 33, 6, 457-465.
40. PINTA M., 1971. Méthodes physiques d'analyse et de contrôle des oligoéléments. *Ann. de la Nutrition et de l'alimentation*, 25, B21-B57.
41. PIJANOWSKI E., DLUZEWSKI M., 1958. Milk yield as a factor affecting the chemical composition and technological quality of cow's milk. XV. Internat. Dairy congress 1b 14, 164-270.
42. REBMANN H. und HOTH H.J., 1971. Bestimmung von Na, K, Ca, Mg, Cu und Fe in Milch mit einem Atomabsorptionsspektralphotometer. *Milchwissenschaft*, 26, 7, 411-413.
43. REID J.T., 1972. Milk : the mammary gland and its secretion, 2, p. 47. *Handbuch der Tierernährung* p. 266.
44. RENNER E., 1970. Changes in the properties of milk samples from udder quarters with a different degree of infection. XVIII. Internat. Dairy congress 1E 529.

45. ROBERTSON N.H., DIXON A., 1969. Interrelationship between milk constituents. S. Afri. J. Dairy Technol. 1-(1), 39-43.
46. ROCHAIX A. et TAPERNOUX A., 1948. Le lait et ses dérivés. 2ème édition.
47. RODRIGUES R., RUBINICH J., CAVALCANTI S.S., 1972. Observations on colostrum composition in cows in their first lactation. Arquivos da Escola de Veterinaria Univers. Federal de Minas. Gerais 24- (2), 119-124.
48. ROOK J.A.F., 1961. Variations in chemical composition of the milk of the cow. Dairy Sci. Abst., 23, 251-258.
49. ROOK J.A.F. and CAMPLING R.C., 1965. Effect of stage and number of lactation on the yield and composition of cow's milk. J. Dairy Res. 32, 45-44.
50. ROY J.H.B., 1969. In International encyclopaedin of food and nutrition. Vol 17 Pt 2, 645. Handbuch der Tierernährung, 271.
51. SASSER L.B., WARD G.M. et JOHNSON J.E., 1966. Variations in Potassium concentration of cow's milk. Technical notes. J. Dairy Sci. 49, 893-895.
52. SCHALITSCHIEFF Y., 1966. Einfluss des Proteiniveaus der Rationen auf die Milchleistung der Kühe und die Zusammensetzung ihrer Milch. XVII. Internat. Dairy Congress A., 75-80.
53. SEBELA F., GAJDUSEK S., 1970. Variations in different forms of calcium and phosphorus in cow's milk. XVIII. Internat. Dairy Congr. 1E, -91.
54. SEBELA F. et JURCIK F. - Fluctuations of alkaline éléments in milk. Sborn. Akad. Zemed. Ved., 1956, 29, 10, 781-788.
55. SENFT B. und RAPPEN W., 1964. Untersuchung über die Zusammensetzung der Kolostralmilch bei schwarzbunten Kühen. Milchwissenschaft, 19, 11, 577-584.
56. SEMJAN S., KAZIMIR L., HORVATHOVA V., DUSEK B., 1973. Composition of milk from Slovakian Pinzgau Cattle. III Contents of ash, total solids, solids not fat in dry matter and cornal value. Dairy Sci. Abst. Avril 74 Vol. 36, n° 4, -1666.
57. SPIKE P.W., FREEMAN A.E., 1967. Environmental influences on monthly variations in milk constituents. J. Dairy Sci. 50, 1897-1904.
58. STEFANOVIC R., ZEREMSKI D., DORDEVIC J., PETROVIC D., MISIC D., 1971. Relationship between age of cows and composition of morning noon and evening milk. Zborvik Radova Poljoprivedring Fakulteta Univers. u Beogradi 19 -(536), 9-11-
59. TAPERNOUX A. et MAGAT A., 1967. Etude sur la teneur en Sodium, Potassium et Chlorures du lait de vache. Bull. Soc. Sci. et de Med. comparée, 69 -(3), 285-288.

60. TAPERNOUX A., AMAGAT et BUECHER M., 1966. Teneurs normales du lait de vache en sodium et en potassium. Ann. de la nutrition et de l'alimentation, Vol. XX, 2, 73-79.
61. VAMAUCHI K., YONEDA Y., TSUGO T., 1969. Exchangeability of colloidal calcium in milk with soluble calcium. Agri. Biol. Chem. 33 -(6), 907-914.
62. VANSCHOUBROEK F.X.E.J., 1963. Determination and variations of protein, fat and lactose in cow's milk and selection on these factors. Neth. Milk and Dairy J. 5, 79-85.
63. VANSCHOUBROEK F., WILLEMS A., LAMPO Ph., 1964. The effect of age on milk yield and milk composition in the cow. Neth. milk Dairy J. , 18, 79-91.
64. VERMOREL, 1971. Chargé de Recherche I.N.R.A. - THEIX -63. "Conférence Energétique "E.N.S.A.I.A. Nancy.
65. VIGNON B. et LAURENT F., 1972. Effet de la supplémentation des vaches laitières en urée sur la composition du lait. Bull. E.N.S.A.I.A. de Nancy, T. XIV, 1, 13-22.
66. WAITE R., 1968. The composition of the milk of young and of old cows. J. Dairy Res., 35, 407-425.
67. WAITE R., WHITE J.C.D and ROBERTSON A., 1956. Variations in the chemical composition of milk; particular reference to the solids-not-fat. J. Dairy Res. 23 -(1), 65-80.
68. WHEELLOCK J.V., ROOK J.A.F., NEAVE F.K., and DODD F.P., 1966. The effect of bacterial infections of the udder on the yield and composition of cow's milk. J. Dairy Res. 1966, 33, 199-215.
69. YUSA K., ANDO K., ONODERA Y., 1969. Citric Acid content of cow's milk. Jap. J. Zootech. Science 40 -(1), 32-36.

— A N N E X E —

TABLEAUX DE RESULTATS

TABLEAU I - ÉLSA

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magnésium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	2,0	213,3	27,0	145,7	34,1	11,83	2002	285	1477	715
2ème traite	3,4	179,0	50,0	78,7	40,5	9,12	1542	171	1512	458
3ème traite	3,5	153,1	37,5	56,0	42,3	8,50	1212	125	1417	410
4ème traite	4,8	144,0	52,0	44,4	42,5	7,94	1213	109	1516	432
5ème traite	4,3	142,6	45,0	44,0	44,9	8,46	1276	113	1522	413
6ème traite	5,2	130,7	37,0	41,4	45,8	8,34	1219	98	1523	392
4ème jour	10,1	129,4	33,0	40,6	48,0	8,05	1309	113	1515	420
5ème jour	11,2	132,7	36,0	39,4	48,5	7,73	1271	101	1388	371
6ème jour	11,5	127,7	34,0	38,8	48,1	7,81	1270	105	1387	361
8ème jour	11,8	132,2	39,0	37,5	48,4	7,87	1213	105	1407	371
11ème jour	13,1	130,0	40,5	35,0	50,2	8,34	1279	102	1211	325
14ème jour	13,8	128,4	35,0	34,7	50,2	7,50	1179	102	1395	363
17ème jour	11,9	130,5	-	33,0	49,9	7,33	1270	98	1441	360
21ème jour	13,6	129,0	38,5	34,9	-	6,58	1180	96	1268	324
25ème jour	13,3	125,0	35,5	32,8	51,2	6,61	1234	93	1234	328
31ème jour	12,5	121,0	39,2	32,0	51,3	7,03	1189	100	1216	298
38ème jour	10,9	113,9	34,5	30,0	51,3	6,61	1104	98	1114	266

TABLEAU 2 - ELEGANTE

	Quantités en kg	Matières sèches en g/kg	Matières grasses en g/kg	Matières azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magnésium en mg/ kg	Potas- sium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	-	2225	15,5	169,9	30,9	13,38	2411	382	1359	966
2ème traite	2,4	2022	32,0	126,6	37,7	11,26	1819	271	1549	590
3ème traite	3,6	1691	44,0	75,7	40,0	9,47	1342	180	1654	457
4ème traite	3,4	1673	57,0	55,0	40,0	-	1235	159	1680	450
5ème traite	3,3	1500	54,0	44,9	41,1	8,31	1119	119	1709	442
6ème traite	4,0	1513	55,0	42,9	41,9	8,45	1120	117	1710	433
4ème jour	9,0	1306	40,0	41,4	44,3	8,52	1190	99	1702	401
5ème jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6ème jour	10,7	1301	39,0	39,8	46,2	9,65	1191	101	1727	367
8ème jour	11,3	1302	41,0	36,5	46,6	9,28	1098	89	1668	320
11ème jour	11,9	1279	35,5	34,4	46,6	8,16	1179	92	1710	334
14ème jour	11,5	1325	-	33,4	50,5	7,36	1176	100	1490	351
17ème jour	11,1	1234	-	38,0	-	8,62	1254	100	1666	372
21ème jour	10,8	1237	29,5	32,8	50,7	7,01	1093	85	1411	278
25ème jour	10,3	1180	36,0	30,9	50,0	7,41	1018	90	1442	293
31ème jour	10,8	1189	37,0	29,5	50,7	6,57	1118	98	1423	294
38ème jour	10,3	1189	35,6	28,9	49,9	7,24	1061	88	1341	278

TABLEAU 3 - ESCARPE

	Quantités en kg	Matières sèches en g/kg	Matières grasses en g/kg	Matières azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magné- sium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	3,0	253,1	59,0	154,3	31,5	1211	2071	310	1636	590
2ème traite	1,2	180,1	30,0	103,4	36,9	1017	1478	181	1245	408
3ème traite	4,5	187,0	80,0	65,3	39,2	860	1450	159	1471	480
4ème traite	4,6	135,6	44,0	43,2	41,5	808	1080	106	1346	393
5ème traite	4,4	143,2	61,0	40,3	-	776	1286	113	1417	492
6ème traite	5,1	143,3	49,0	41,9	-	808	1292	112	1440	480
4ème jour	9,8	136,7	43,2	38,9	45,9	782	1306	105	1378	417
5ème jour	10,3	137,5	44,0	38,9	46,5	773	1317	103	1289	414
6ème jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8ème jour	10,3	131,7	36,0	36,6	45,8	777	1364	110	1393	379
11ème jour	10,2	132,3	39,0	33,9	47,4	768	1334	98	1544	354
14ème jour	10,7	122,9	32,5	33,9	-	748	1299	91	1053	541
17ème jour	10,2	121,7	35,7	31,7	49,1	693	1325	88	1389	337
21ème jour	9,5	121,5	33,0	30,9	49,8	649	1218	85	1293	305
25ème jour	9,9	119,5	37,2	30,2	49,9	677	1177	80	1252	285
31ème jour	9,0	101,2	31,5	29,1	50,3	649	1081	71	1013	236
38ème jour	9,6	113,8	31,4	29,3	-	699	1192	80	1330	319

TABLEAU 4 - DAMOISELLE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magnésium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	1,7	307,8	90,0	143,5	-	9,74	1568	261	1343	470
2ème traite	2,5	188,3	81,0	66,0	-	8,27	1334	190	1413	412
3ème traite	2,1	175,8	76,0	49,1	34,4	12,06	1383	136	1234	467
4ème traite	2,4	157,1	70,0	46,3	40,0	7,80	1352	135	1304	386
5ème traite	2,8	138,9	57,5	40,8	-	8,31	1330	109	1458	430
6ème traite	3,3	147,6	65,0	38,9	-	7,74	1274	117	1436	465
4ème jour	6,8	145,8	49,0	39,9	45,5	8,06	1326	112	1356	403
5ème jour	6,9	133,4	43,5	37,3	46,0	7,97	1376	114	1347	364
6ème jour	7,7	125,1	40,0	35,9	46,3	7,86	1306	112	1447	379
8ème jour	8,5	124,6	38,8	35,5	46,8	7,29	1324	106	1363	372
11ème jour	8,6	121,2	34,5	32,4	48,0	7,83	1310	96	1275	328
14ème jour	8,2	123,4	30,5	30,1	48,3	7,15	1275	92	1302	319
17ème jour	9,5	106,1	34,5	30,2	49,5	6,89	1285	86	1325	314
21ème jour	10,0	121,7	34,5	29,6	50,8	6,56	9,62	70	1068	309
25ème jour	9,8	113,5	30,0	28,2	50,8	6,79	1257	101	1239	340
31ème jour	10,7	107,0	32,3	30,0	-	6,25	1094	99	1269	336
38ème jour	10,8	125,4	29,0	29,9	47,8	6,97	1067	83	1252	309

TABLEAU 5 - ETAMINE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magné- sium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg /kg
1ère traite	4,2	152,1	58,5	37,5	-	7,87	1330	111	1440	387
2ème traite	3,8	242,2	90,0	128,7	28,9	7,15	2296	306	1426	431
3ème traite	2,9	152,6	34,5	63,9	43,0	8,98	1736	245	1264	415
4ème traite	7,5	174,5	95,0	45,6	39,3	8,17	1401	130	912	518
5ème traite	7,3	174,5	70,0	60,8	35,5	8,72	1644	146	1434	411
6ème traite	5,6	149,4	45,5	43,4	44,5	8,31	1518	116	1508	446
4ème jour	14,1	142,8	43,0	42,5	44,3	8,64	1435	116	1347	394
5ème jour	13,7	134,7	47,5	41,0	45,6	8,18	1457	112	1448	399
6ème jour	14,5	128,8	39,0	39,9	46,9	8,14	1445	105	1436	386
8ème jour	15,7	112,7	41,0	37,9	46,7	7,28	1164	82	1348	327
11ème jour	16,2	133,4	38,7	35,4	48,4	7,31	1323	95	1371	376
14ème jour	15,7	107,5	39,0	33,5	48,3	7,45	1262	91	1321	335
17ème jour	15,2	126,2	39,5	32,5	48,9	6,92	1283	84	1223	318
21ème jour	15,4	124,4	39,0	30,5	49,2	7,19	1160	82	1219	275
25ème jour	15,6	122,5	37,0	30,7	49,7	6,72	1215	87	1195	273
31ème jour	15,8	119,4	34,9	30,1	47,5	6,95	1173	91	1220	316
38ème jour	16,1	122,5	42,5	30,4	45,9	8,11	1332	111	1542	365

TABLEAU 6 - EGLANTINE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magné- sium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
I ^{ère} traite	1,4	222,7	40,5	133,6	32,7	12,52	2189	329	1260	979
2 ^{ème} traite	2,0	169,5	36,5	83,3	39,1	9,87	1656	234	1218	721
3 ^{ème} traite	1,9	142,5	24,0	67,6	43,1	9,33	1535	188	1283	719
4 ^{ème} traite	3,0	153,9	49,0	56,3	40,3	8,40	1372	157	1382	657
5 ^{ème} traite	2,3	136,6	35,0	49,6	40,4	8,27	1363	130	1267	720
6 ^{ème} traite	3,9	186,2	80,0	43,4	35,3	8,13	1261	124	1300	640
4 ^{ème} jour	7,3	130,3	42,5	41,7	43,1	8,11	1271	103	1271	586
5 ^{ème} jour	7,2	124,0	41,0	39,9	45,0	8,06	1181	106	1200	640
6 ^{ème} jour	7,4	122,0	41,5	39,3	46,3	7,99	1345	100	1435	448
8 ^{ème} jour	7,7	132,1	39,5	39,9	47,1	7,80	1328	93	1322	382
11 ^{ème} jour	8,1	128,1	39,0	37,7	48,5	7,95	1509	108	1562	459
14 ^{ème} jour	9,1	134,1	40,0	36,7	49,1	7,67	1320	96	1527	325
17 ^{ème} jour	9,0	120,3	38,5	34,9	49,1	7,57	1313	98	1354	334
21 ^{ème} jour	9,2	117,0	36,0	-	-	7,33	1311	90	1321	323
25 ^{ème} jour	9,9	123,3	39,0	-	50,7	6,95	1210	86	1225	289
31 ^{ème} jour	11,8	124,3	-	-	-	6,67	1135	86	1223	284
38 ^{ème} jour	10,8	126,6	-	-	-	7,21	1150	93	1347	304

TABLEAU 7 - ETELLE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magnésium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	5,5	226,5	-	149,0	28,0	8,36	1534	250	873	547
2ème traite	2,5	118,0	15,0	50,5	46,5	8,16	1216	116	1553	524
3ème traite	4,3	133,8	41,5	41,1	44,3	8,32	1182	98	1497	463
4ème traite	3,4	129,1	36,0	40,2	46,0	8,61	1332	108	1528	440
5ème traite	4,8	142,5	32,5	40,7	46,1	8,19	1279	104	1378	443
6ème traite	3,4	129,2	37,5	40,1	45,9	8,46	1176	104	1490	441
4ème jour	10,7	131,2	39,5	37,1	46,6	7,62	1158	103	1221	374
5ème jour	11,7	126,9	40,0	36,5	47,1	7,46	1318	96	1319	379
6ème jour	11,8	131,8	40,0	36,5	47,9	8,33	1304	100	1475	366
8ème jour	11,8	131,6	40,0	36,2	48,3	7,82	1297	101	1311	378
11ème jour	12,2	124,3	37,0	32,7	50,4	7,64	1295	96	1380	363
14ème jour	12,7	123,7	37,0	31,6	49,2	7,21	1250	99	1399	357
17ème jour	11,8	122,5	39,0	-	-	7,43	1273	82	1371	364
21ème jour	12,7	126,4	32,0	-	5,07	7,01	1181	87	1348	315
25ème jour	12,7	119,3	-	-	-	6,83	1133	90	1320	352
31ème jour	11,4	118,5	-	-	-	7,07	1135	90	1319	293
38ème jour	13,4	110,0	-	-	-	7,52	-	-	-	-

TABLEAU 8 - ACANTHE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magnésium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	-	199,0	86,0	68,6	-	8,98	1385	176	1385	644
2ème traite	7,5	205,9	75,0	88,9	-	9,75	1480	199	1168	944
3ème traite	7,8	141,2	42,5	52,1	36,9	88,1	1295	137	1413	726
4ème traite	7,2	131,1	40,0	44,0	37,8	8,55	1294	125	1314	765
5ème traite	9,3	128,7	35,0	42,0	-	8,64	1287	125	1463	624
6ème traite	7,9	134,4	44,0	41,8	40,9	8,70	1317	123	1483	571
4ème jour	18,4	126,4	38,0	39,6	42,9	8,96	1364	123	1484	524
5ème jour	18,8	129,9	37,0	39,4	43,9	8,77	1354	129	1393	559
6ème jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8ème jour	19,0	133,3	52,0	33,6	43,1	8,39	1299	114	1545	472
11ème jour	21,3	125,4	42,0	32,3	46,0	8,47	1256	112	1570	442
14ème jour	20,8	124,3	37,5	31,0	47,2	8,21	1266	115	1553	405
17ème jour	22,2	127,8	-	31,0	44,4	7,91	1214	110	1518	484
21ème jour	20,2	114,6	30,0	-	47,5	7,36	1258	108	1475	423
25ème jour	20,8	108,3	34,5	30,2	46,7	7,31	1101	108	1541	450
31ème jour	19,7	116,3	40,5	29,9	45,6	7,60	1134	107	1542	422
38ème jour	19,2	119,5	24,0	30,0	46,5	7,46	928	103	1581	484

TABLEAU 9 - ANETH

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Natières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magnésium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	4,0	218,6	21,0	154,3	36,4	9,98	1789	286	I53I	696
2ème traite	4,6	I76,8	51,0	101,4	38,7	10,09	I687	209	I523	621
3ème traite	5,1	I42,9	27,0	64,4	41,5	9,47	I562	I76	I553	566
4ème traite	6,6	I31,9	28,0	55,9	41,2	8,95	I506	I54	I583	587
5ème traite	7,7	I43,7	47,0	52,1	39,3	8,47	I438	I52	I470	630
6ème traite	8,2	I43,1	61,5	48,3	37,7	8,19	I342	I34	I303	651
4ème jour	15,2	I40,7	49,0	44,6	41,9	8,44	I328	I33	I431	583
5ème jour	15,9	I45,5	53,5	41,4	41,4	8,67	I332	I18	I468	542
6ème jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8ème jour	17,3	I34,0	36,0	39,3	43,9	9,23	I26,1	I10	I517	502
11ème jour	17,6	I40,5	49,5	35,9	44,2	8,11	I17,1	I00	I493	427
14ème jour	16,9	I20,2	33,5	34,6	45,9	8,17	I25,9	I02	I545	374
17ème jour	18,0	I11,6	36,0	34,0	45,4	7,50	I17,1	99	I547	384
21ème jour	18,1	I12,0	39,0	32,7	45,7	7,82	I20,0	99	I521	335
25ème jour	18,4	I19,9	39,9	31,3	44,5	7,43	I15,5	92	I531	322
31ème jour	16,0	I14,2	30,0	31,3	46,4	7,61	I17,9	89	I530	339
38ème jour	16,7	I17,7	40,3	30,4	47,6	7,77	I14,8	89	I431	318

TABLEAU 10 - XITTA

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magnésium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	3,4	203,6	40,5	195,4	34,3	12,71	2141	500	1032	640
2ème traite	3,5	196,7	34,0	132,9	38,1	11,38	1876	329	1160	677
3ème traite	5,8	150,8	25,5	76,2	39,2	9,20	1505	238	1173	684
4ème traite	6,3	141,9	43,5	61,2	37,1	10,15	1299	190	1024	679
5ème traite	6,0	129,6	28,0	54,6	39,1	8,64	1327	161	1288	734
6ème traite	6,0	131,6	51,0	51,5	38,9	8,66	1437	160	1278	730
4ème jour	14,3	138,7	45,0	49,8	42,3	8,22	1396	144	1316	607
5ème jour	14,4	135,1	41,5	44,5	43,2	8,14	1392	133	1312	505
6ème jour	14,3	126,9	36,0	43,5	46,1	8,31	1431	131	1055	666
8ème jour	16,4	120,8	38,5	40,2	46,6	6,52	1384	127	909	421
11ème jour	16,5	117,0	31,5	36,7	48,9	5,14	1323	116	760	331
14ème jour	16,9	112,1	38,5	33,0	48,2	7,37	1358	116	1181	285
17ème jour	17,3	121,2	34,0	31,7	48,7	7,78	1110	82	1056	249
21ème jour	17,3	122,3	39,5	31,5	48,2	7,00	1235	98	1113	299
25ème jour	16,3	117,6	38,0	32,2	-	7,22	1219	92	1160	295
31ème jour	18,6	122,1	42,3	32,4	-	7,24	1301	107	1438	346
38ème jour	18,4	122,3	38,5	37,9	46,3	7,72	1368	97	1269	342

TABLEAU 11 - CASTILLE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Câpres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magné- sium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	4,2	217,9	81,0	92,2	29,1	8,77	1305	193	1226	594
2ème traite	4,3	141,5	84,0	48,9	36,7	8,14	1334	149	1482	559
3ème traite	5,5	122,3	35,0	39,6	39,8	7,66	1176	125	1657	471
4ème traite	6,6	128,0	40,0	41,1	38,1	7,87	1184	114	1560	454
5ème traite	7,5	122,0	36,5	39,7	38,5	7,67	1248	113	1496	456
6ème traite	8,1	131,0	47,0	37,3	38,0	7,94	1254	113	1086	528
4ème jour	15,1	120,1	41,0	38,5	41,5	7,85	1222	114	1072	402
5ème jour	15,5	126,6	36,5	50,9	-	7,80	1260	132	840	390
6ème jour	16,8	117,5	35,0	36,0	42,6	7,80	1183	104	655	356
8ème jour	15,9	115,4	32,0	34,2	42,8	8,03	1211	102	1414	424
11ème jour	16,5	109,6	32,4	31,2	43,2	7,80	1113	96	1614	397
14ème jour	15,0	111,9	32,5	29,6	43,3	7,76	1105	99	1461	365
17ème jour	14,8	122,0	32,0	28,0	43,9	6,84	1143	87	1045	316
21ème jour	16,0	140,2	31,0	27,0	-	7,35	560	44	749	310
25ème jour	16,0	122,8	38,3	26,4	-	7,24	842	69	1294	268
31ème jour	14,9	110,2	24,0	29,3	43,6	7,61	651	56	959	326
38ème jour	15,3	112,2	35,0	28,0	41,7	7,22	927	69	1053	303

TABLEAU 12 - CHARTE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magné- sium en mg/kg	Potas- sium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	2,7	230,3	12,0	185,5	-	10,47	1944	322	1363	572
2ème traite	4,1	199,9	44,0	110,1	38,2	9,88	1666	235	1470	529
3ème traite	4,8	191,3	34,0	38,0	41,8	7,38	1149	99	1160	576
4ème traite	6,3	146,1	43,0	54,3	39,2	8,22	1227	135	1297	495
5ème traite	8,0	130,4	35,0	48,6	42,3	8,53	1142	123	1547	493
6ème traite	6,5	136,9	42,5	41,5	42,3	8,28	1190	111	1488	476
4ème jour	15,6	127,6	34,5	41,8	42,3	8,22	1195	115	1508	428
5ème jour	16,8	123,7	36,0	40,0	43,9	8,01	1083	119	1417	415
6ème jour	16,9	115,6	34,5	37,2	46,9	7,03	949	97	1350	455
8ème jour	16,8	119,9	33,5	35,7	45,3	7,57	1185	108	1427	386
11ème jour	18,4	121,3	35,0	33,7	46,4	7,69	1131	103	1212	364
14ème jour	16,9	122,1	33,0	31,3	46,5	7,70	1103	91	1165	365
17ème jour	17,3	125,1	32,5	30,0	47,1	6,78	1048	89	1210	464
21ème jour	15,2	117,1	59,0	29,3	-	7,09	1002	76	1203	330
25ème jour	18,7	113,9	43,5	27,8	-	7,26	955	88	1389	336
31ème jour	19,2	107,7	34,5	28,9	46,2	6,98	980	83	1326	327
38ème jour	19,0	113,7	29,5	28,1	46,4	7,53	1023	93	1386	406

TABLEAU 13 - BERGAMOTE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magné- sium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	1,5	216,5	14,0	159,6	-	II,45	2068	234	1322	814
2ème traite	6,1	217,9	38,5	141,0	-	10,16	1897	223	1413	668
3ème traite	7,9	166,0	50,0	74,8	-	8,07	1379	143	1219	558
4ème traite	9,0	149,1	55,0	52,7	-	8,14	1028	89	1088	484
5ème traite	7,7	132,0	45,5	45,4	-	7,59	1025	83	1026	493
6ème traite	9,2	132,3	45,0	41,8	-	7,99	1243	98	1414	542
4ème jour	17,5	129,3	34,5	40,9	-	8,06	1208	90	1322	507
5ème jour	19,6	110,2	30,5	38,4	-	7,56	884	82	1306	462
6ème jour	18,9	123,7	35,0	37,5	-	8,40	1290	92	1486	479
8ème jour	20,3	121,5	31,7	36,1	-	7,72	1178	93	1419	474
11ème jour	19,8	124,1	47,0	34,2	45,1	7,97	1282	108	1427	443
14ème jour	21,2	140,4	49,0	33,6	43,1	7,66	1246	96	1472	424
17ème jour	23,6	132,5	44,0	31,4	44,6	8,40	1222	98	1604	428
21ème jour	20,6	120,7	36,1	29,4	43,8	7,73	1170	103	1534	486
25ème jour	21,6	126,3	40,5	30,5	46,0	7,72	1170	106	1507	434
31ème jour	22,0	130,9	32,0	31,0	46,3	7,89	1078	92	1430	417
38ème jour	20,2	123,9	41,5	29,9	42,4	7,80	1001	78	1348	400

TABLEAU 14 - BRUNELLE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magné- sium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	5,7	258,9	31,5	186,0	-	11,63	2196	303	1269	852
2ème traite	4,8	196,4	56,0	95,0	-	9,60	1779	205	1431	648
3ème traite	8,6	144,3	38,0	56,3	-	8,46	1270	127	1388	489
4ème traite	7,1	140,8	46,5	54,3	40,8	7,89	1328	123	1211	478
5ème traite	7,6	142,2	44,0	49,4	41,8	8,50	1368	133	1779	508
6ème traite	8,5	148,5	57,5	44,9	-	7,88	1383	118	1522	474
4ème jour	21,5	152,2	37,0	41,3	-	7,94	1337	120	1655	450
5ème jour	21,4	134,8	41,5	40,9	-	8,13	1310	112	1453	372
6ème jour	22,7	137,7	-	40,8	43,4	8,02	1316	108	1477	382
8ème jour	23,9	131,6	50,0	40,7	43,6	7,92	1371	106	1492	375
11ème jour	23,4	124,4	53,2	30,3	43,0	8,25	1460	116	1620	383
14ème jour	26,9	116,1	37,9	33,0	45,1	7,32	1085	89	1391	322
17ème jour	26,6	128,0	50,6	30,6	43,4	7,55	1246	98	1591	374
21ème jour	25,3	134,1	49,5	29,6	44,2	7,57	1277	94	1513	383
25ème jour	21,7	102,4	30,5	30,9	43,5	7,55	1258	97	1439	440
31ème jour	26,1	121,9	35,8	30,5	45,3	7,66	1236	97	1519	327
38ème jour	23,7	126,4	33,0	29,9	45,2	7,35	1320	100	1455	271

TABLEAU 15 - CREDULE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magné- sium en mg/kg	Potassium en mg/ kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	5,0	323,3	87,5	158,0	-	8,93	1555	170	1162	782
2ème traite	4,0	151,4	42,0	67,9	34,6	7,79	1437	110	1347	529
3ème traite	4,6	122,6	36,5	39,3	41,0	8,11	1644	96	1644	430
4ème traite	6,6	124,2	35,0	-	41,4	8,65	1691	95	1691	316
5ème traite	4,8	121,7	30,0	40,5	46,0	8,52	1650	102	1650	377
6ème traite	7,7	128,7	37,5	40,4	44,9	8,07	1559	109	1559	346
4ème jour	14,5	125,9	35,0	30,2	46,0	8,23	1605	97	1605	339
5ème jour	14,8	126,0	32,0	30,2	46,4	8,34	1658	90	1658	352
6ème jour	15,8	121,6	33,0	35,6	46,8	7,50	1558	91	1558	314
8ème jour	16,5	117,6	32,1	33,8	47,7	7,71	1542	97	1542	315
11ème jour	17,6	116,4	30,0	32,3	47,2	7,64	1616	88	1616	296
14ème jour	17,0	116,8	30,5	29,9	48,5	7,05	1529	84	1529	309
17ème jour	17,7	117,2	30,5	28,9	48,0	7,33	1577	95	1577	295
21ème jour	17,6	114,8	32,7	28,3	47,7	7,22	1307	78	1307	248
25ème jour	19,0	117,4	32,0	-	47,4	7,18	1517	94	1517	337
31ème jour	17,5	117,0	35,0	-	-	7,33	1642	94	1642	293
38ème jour	17,2	111,5	40,0	-	47,1	6,95	1616	92	1616	304

TABLEAU 16 - BRIMBELLE

	Quantités en kg	Matières Sèches en g/kg	Matières Grasses en g/kg	Matières Azotées en g/kg	Lactose en g/kg	Cendres en g/kg	Calcium en mg/kg	Magnésium en mg/kg	Potassium en mg/kg	Sodium en mg/kg
1ère traite	6,7	245,8	35,0	166,0	31,8	9,91	1469	255	1792	832
2ème traite	6,3	193,0	61,0	87,4	35,2	8,66	1326	188	1733	574
3ème traite	6,0	123,7	22,0	52,4	41,1	8,29	1169	138	1823	536
4ème traite	9,0	126,9	32,5	46,9	39,0	7,97	1155	119	1675	656
5ème traite	8,9	140,9	47,0	44,4	40,2	8,09	1098	86	1748	460
6ème traite	10,8	148,5	61,0	43,0	39,2	7,83	1129	116	1666	528
4ème jour	20,3	152,9	61,3	40,8	40,8	7,24	1154	114	1485	501
5ème jour	20,7	131,0	36,5	39,2	45,8	7,29	1223	108	1472	423
6ème jour	21,7	136,0	46,0	36,8	45,4	7,65	1221	112	1772	423
8ème jour	23,4	126,9	41,2	35,4	45,9	7,18	1095	88	1570	430
11ème jour	23,5	127,3	43,0	32,2	46,9	7,21	1080	75	1601	403
14ème jour	23,5	112,1	36,0	33,6	46,8	7,56	1006	86	1668	473
17ème jour	24,5	123,0	37,5	30,5	47,0	7,33	1081	75	1573	452
21ème jour	22,1	124,7	40,5	28,7	47,1	7,31	1129	79	1586	317
25ème jour	22,9	126,9	42,0	-	47,8	7,14	1082	79	1722	305
31ème jour	20,6	118,5	37,0	-	-	6,46	1176	75	1245	372
38ème jour	20,2	117,9	37,0	-	46,8	7,36	1175	88	1860	352

NOM DE L'ETUDIANT : MARAVAL Bernard

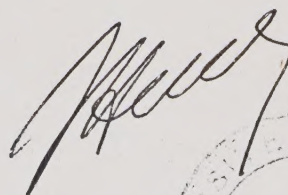
NATURE DE LA THESE : UNIVERSITE

VU, APPROUVE

& PERMIS D'IMPRIMER

NANCY, le 4 Janvier 1975

LE PRESIDENT DE L'UNIVERSITE DE NANCY I



J.R. HELLUY

